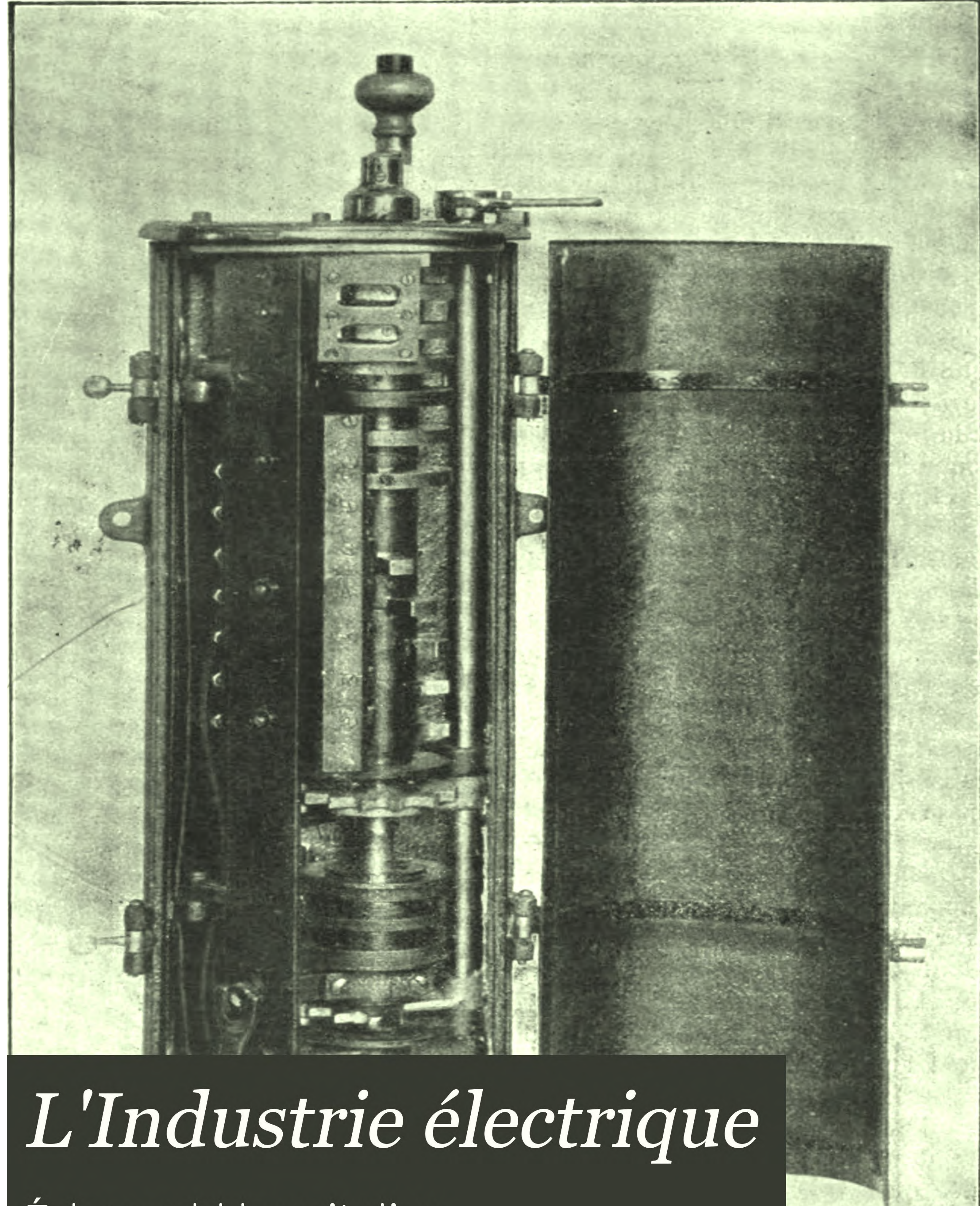
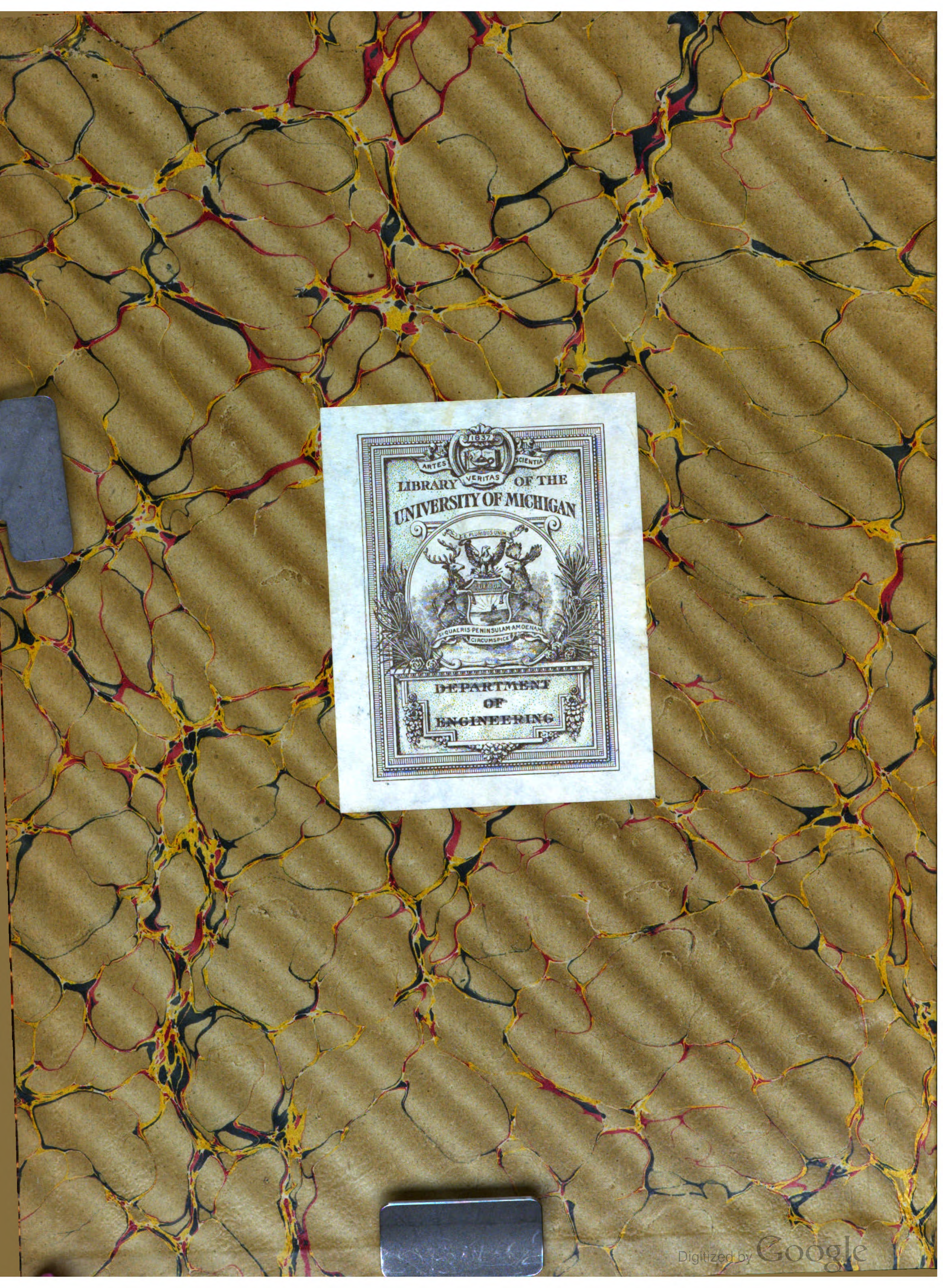


L'Industrie électrique

Édouard Hospitalier


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING



L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

TOME XI

1902

PARIS — IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

PARAISSANT LE 10 ET LE 25 DE CHAQUE MOIS

FONDATEURS

RÉDACTEUR EN CHEF : É. HOSPITALIER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION : ALFRED SOULIER

TOME XI

1902

PARIS

A. LAHURE, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

9, RUE DE FLEURUS, 9 (VIe ARR.)

11e Année. — N° 241 10 Janvier 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Distinctions honorifiques. — Est promu au grade de Commandeur de la Légion d'honneur.

M. *Mercadier* (Ernest-Jules-Pierre), ingénieur des Postes et Télégraphes, directeur des études à l'École polytechnique, professeur à l'École professionnelle supérieure des postes et télégraphes, membre du Comité technique électrique des postes et des télégraphes, auteur de nombreux travaux et d'importantes découvertes en télégraphie. Officier du 8 juillet 1889.

C'est avec la plus vive satisfaction que nous apprenons la nomination de notre collaborateur et ami M. *Adrien Carpentier*, avocat à la Cour d'appel, membre du Comité du contentieux et d'études juridiques au ministère des travaux publics, dans l'ordre de la Légion d'honneur, ainsi que celle de M. *Émile Mors*, l'électricien et constructeur d'automobiles bien connu.

Réglementation des signaux acoustiques employés dans l'industrie. — Voici le texte d'une *Ordonnance du Préfet de police* en date du 27 décembre 1901, limitant, dans Paris, la durée des signaux et appels au moyen des appareils dits sifflets, tierces et sirènes.

Vu : la loi..., l'arrêté..., les articles..., le rapport du Conseil d'hygiène publique....

« Considérant qu'un grand nombre des usines et ateliers où la force motrice est produite par la vapeur emploient, soit pour appeler les ouvriers au travail, soit pour donner certains signaux, des avertisseurs dits « sifflets, tierces et sirènes » qui, par leur son bruyant et prolongé, troublent profondément le repos et la tranquillité des habitants de Paris ;

« Considérant qu'il importe de remédier à un tel abus qui donne lieu à des plaintes nombreuses et légitimes.

« Ordonnons ce qui suit :

« *Article premier*. — La durée des signaux ou appels au moyen d'appareils dits « sifflets, tierces et sirènes à vapeur » dans tous les établissements industriels de Paris, ne pourra, en aucun cas, excéder quinze secondes.

« *Art.* 2. — Les contraventions à la présente ordonnance seront constatées par des procès-verbaux ou des rapports qui seront déférés aux tribunaux compétents.

« *Art.* 3. — Les inspecteurs du service technique des établissements classés ainsi que les ingénieurs et contrôleurs

des Mines préposés à la surveillance des appareils à vapeur, le directeur de la police municipale et les agents placés sous ses ordres, et les commissaires de police de la ville de Paris sont chargés d'assurer l'exécution de la présente ordonnance qui sera imprimée, publiée et affichée. »

Sur les régulateurs de moteurs à vapeur. — La première Commission du Comité de la *Société internationale des électriciens*, présidée par M. Maurice Leblanc, met à l'étude, pour l'année 1902, la question suivante : Influence des régulateurs de vitesse sur le couplage des alternateurs actionnés individuellement par des machines à vapeur. Un programme pouvant servir de base à cette nouvelle étude a été dressé par M. C.-F. Guilbert, et M. Maurice Leblanc fait appel au concours de tous les spécialistes pour répondre aux questions posées dans ce programme. Les réunions de la Commission ont lieu le premier lundi de chaque mois au siège de la S. I. E., 14, rue de Staël, à 5 heures du soir.

Programme pour l'étude des régulateurs. — L'influence du régulateur peut se faire sentir sur le couplage en parallèle des alternateurs de deux façons bien distinctes :

1° Par la variation de vitesse qu'il nécessite, à pression de vapeur constante, pour faire varier l'admission dans les limites voulues.

2° Par les perturbations que peuvent introduire ses oscillations, particulièrement lorsque la charge subit des variations brusques.

I. A l'heure actuelle, il est reconnu que l'on facilite le fonctionnement en parallèle des alternateurs conduits par moteurs séparés, en imposant à ceux-ci des chutes de vitesse assez importantes avec la charge. N'y aurait-il pas lieu de définir l'importance de cette chute relative de vitesse par un coefficient spécial qu'on appellerait *écart de réglage du régulateur*, et qui pourrait être défini par l'expression

$$K = \frac{\omega_r - \omega_c}{\omega_c},$$

ω_r et ω_c étant les vitesses angulaires pour la marche à vide et pour la marche en pleine charge?

II et III. La connaissance des courbes représentant la vitesse angulaire d'une machine à vapeur, en fonction de sa charge, aurait un grand intérêt et serait d'un précieux enseignement pour l'étude du fonctionnement des alternateurs en parallèle. Nous avons l'honneur de demander des courbes de ce genre aux constructeurs de machines à vapeur et aux directeurs de stations centrales.

Quelle est la meilleure forme de cette courbe?

IV. La valeur de l'écart de réglage admise en général nécessite l'emploi d'un dispositif spécial pour maintenir la fréquence constante.

Quel moyen préconiser de préférence?

V. Quelle explication donner à la nécessité d'une chute de vitesse importante, ou tout au moins quel est l'effet de cette chute sur le fonctionnement des alternateurs en parallèle?

VI. Quels sont les types de régulateurs qui permettent d'obtenir le plus facilement les variations voulues de vitesse avec la charge?

VII. En ce qui concerne les oscillations des régulateurs, il est intéressant d'en connaître la période.

VIII. Quels sont les procédés les plus recommandables pour l'amortissement des oscillations des régulateurs?

IX. Quelle doit être la périodicité relative des oscillations d'un régulateur, par rapport aux autres systèmes susceptibles d'osciller dans le groupe alternateur-moteur à vapeur?

X. Quelle est l'influence des expansions multiples sur les oscillations du régulateur dues aux variations de charge?

XI. Lorsqu'un régulateur est muni d'un frein à huile capable d'amortir énergiquement ses oscillations propres, n'est-il pas à craindre que chaque variation de charge ne détermine d'autres variations périodiques de vitesse pouvant atteindre une grande amplitude?

Quels moyens de prévenir ces variations de vitesse?

XII. Lorsque plusieurs alternateurs doivent fonctionner en parallèle, n'y a-t-il pas avantage à laisser régler la vitesse de tout le système par un seul régulateur agissant sur une seule des machines à vapeur, tous les autres ne servant plus que d'organes de sécurité?

XIII. Ne vaut-il pas mieux, tout en n'employant qu'un seul régulateur, le faire agir simultanément sur les distributions de toutes les machines à vapeur?

L'électrochimie aux chutes du Niagara. — La puissance électrique présentement installée au Niagara atteint actuellement environ 37 500 kilowatts. Sur ces 37 500 kilowatts, il y en a 17 400 utilisés dans des industries électrochimiques ou électrothermiques, comme l'indique le petit résumé ci-dessous, qui montre la variété des transformations réalisées.

Electrical Lead Reduction C° (375 kilowatts). — Réduit le sulfure de plomb à l'état spongieux, pour la fabrication de la litharge. Emploi du courant à 2000 volts pour actionner des moteurs asynchrones actionnant à leur tour des dynamos à courant continu à 100 volts.

Acheson International Graphite C° (750 kilowatts). — Transforme l'anthracite en graphite à l'aide du four électrique, en utilisant le courant alternatif à 80 volts.

Pittsburg Reduction C° (3750 kilowatts). — Extrait l'aluminium de la bauxite par le procédé de Hall. Les courants diphasés sont réduits à la tension de 150 volts efficaces, puis, à l'aide de commutatrices, d'une puissance unitaire de 600 kilowatts, transformés en courant continu à 160 volts.

Carborundum C° (1500 kilowatts). — Produit du carbure de silicium au four électrique à 110 volts alternatifs.

Matthiessen Alkali Works (1800 kilowatts). — Produit du chlorure de chaux et de la potasse caustique par le procédé Castner. Transforme les 2200 volts alternatifs en 230 volts continus.

Niagara Electrochemical C° (375 kilowatts). — Transforme les courants alternatifs diphasés à 2200 volts en courant continu à 165 volts pour la fabrication du sodium et du peroxyde de sodium en partant de la soude caustique.

Union Carbide C° (7500 kilowatts). — Fabrique du carbure de calcium dans des fours électriques de 150 kilowatts chacun, à 110 volts et à la fréquence de 25 périodes par seconde. On utilise 8 transformateurs de 1500 kilowatts chacun. C'est l'usine qui détient probablement le record de la plus grande consommation d'énergie électrique dans le monde entier.

Roberts Chemical C° (375 kilowatts). — Utilise du courant continu à basse tension pour la fabrication de la potasse caustique et autres produits analogues.

Ampère Electrochemical C° (225 kilowatts). — Procédés électrochimiques divers utilisant le four électrique.

Oldbury Electrochemical C° (750 kilowatts). — Emploie du courant continu et du courant alternatif pour différentes opérations électrochimiques.

L'utilisation des 37 500 kilowatts fournis par le Niagara a nécessité l'installation d'une puissance de plus de 180 000 kw d'appareils électriques ainsi répartis :

Dynamos génératrices	37 500 kw.
Transformateurs	118 000 —
Commutatrices	17 000 —
Moteurs de grande puissance	7 700 —
Total	180 200 kw.



On voit, par ces quelques chiffres, le travail qu'ont procuré aux électriciens américains l'étude et la construction d'un aussi important outillage, et quelle menace pour nos industries électrochimiques constitue la production journalière des gigantesques usines créées depuis quelques années autour du Niagara.

Extrait d'une correspondance d'Amérique. — « Rien de nouveau ici, si ce n'est la promesse que l'accumulateur d'Edison sera mis sur le marché le mois prochain.

« L'épidémie de fièvre de ballon dirigeable, dont vous souffrez en France, né s'est pas encore, je suis heureux de pouvoir le dire, propagée jusqu'ici. L'électromobile ne progresse pas dans notre pays aussi rapidement qu'elle le devrait, en raison de l'insuffisance des accumulateurs actuels. Peut-être la situation sera-t-elle meilleure lorsque l'accumulateur Edison aura fait ses preuves. »

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Divonne-les-Bains (Ain). — *Inauguration.* — Nous apprenons que, tout dernièrement, a été inaugurée la station centrale de cette ville en présence d'un grand nombre d'invités. L'initiative de cette installation revient à M. Richard, directeur de la Société électrique de Divonne.

Tergnier. — *Traction électrique.* — M. Ternynck a lu dernièrement devant le Conseil municipal son rapport concernant la ligne de tramways à traction électrique de La Fère à Tergnier.

Il propose d'accepter la modification de la ligne :

De fixer à 1 659 800 fr le capital nécessaire à son établissement;

De porter à 4 pour 100 l'intérêt du capital du concessionnaire.

Ces propositions sont faites sous la réserve que la solution définitive sera subordonnée aux décisions qui seront prises par le Conseil général dans la session d'avril 1902, au sujet de la construction des lignes d'intérêt local après épuisement de la subvention de l'État.

ÉTRANGER

Gênes. — *Traction électrique.* — Un nouveau chemin de fer électrique à crémaillère vient d'être mis en exploitation en Italie; il a son point de départ à Gênes, dans le voisinage de la Piazza Principe; son développement en projection horizontale est de 1135 m et la différence de niveau entre les extrémités atteint 195 m, la rampe moyenne est donc de 17,1 pour 100.

La ligne est à voie unique, sauf un croisement au milieu; le rayon des courbes varie entre 200 m et 80 m. Les rails sont en acier, à patin, leur poids linéaire est de 21 kg; ils sont fixés sur des traverses qui portent également la crémaillère de manière que la partie supérieure du champignon soit au même niveau que le haut de la crémaillère. Les traverses sont appuyées contre de forts massifs de maçonnerie encastrés dans le sol et dont le but est de prévenir la descente de la voie dans le sens de la pente. L'écartement intérieur des champignons des rails est de 1,2 m.

La crémaillère, du système Riggenbach, est placée dans le milieu de la voie. Les fers qui la composent ont 0,18 m de hauteur et ont leurs rebords inégaux, le plus large portant sur la traverse. Les dents, écartées de 0,10 m de centre en centre, sont fixées dans les fers latéraux par deux parties tournées au diamètre de 35 mm et tronquées sur 10 mm de hauteur pour les empêcher de tourner; les dents, à section trapézoïdale, ont 32 mm de hauteur et des bases de 20 et 42 mm.

Le croisement s'opère par deux déviations symétriques, sans pièces mobiles. Les roues de chaque voiture ont, d'un côté de l'essieu, des gorges, de l'autre des jantes plates. Le croisement se fait automatiquement, les roues à gorge suivent le rail extérieur continu qui les guide et les roues à jante plate passent sur les coupures de la voie. Cette disposition est d'ailleurs connue et employée déjà sur divers funiculaires. Les voitures sont automotrices; elles sont disposées de telle sorte que le plancher est horizontal sur une déclivité de 10 pour 100. L'écartement des essieux est de 1,72 m. Les roues ne sont pas calées sur les essieux, ceux-ci portent au milieu une roue dentée en acier fondu de 18 dents qui engrène avec la crémaillère. Chaque roue est actionnée par un électromoteur à courant continu pouvant développer au maximum 30 chevaux sous une tension moyenne de 500 volts. Ces moteurs sont à suspension élastique; l'axe de l'induit porte une poulie à frein et une roue à rochet de 9 dents, laquelle engrène avec une autre roue de 60 dents calée sur un arbre auxiliaire; sur ce même arbre est calée une roue de 25 dents engrenant, elle aussi, avec une roue de 40 dents calée sur l'essieu de la voiture et actionnant la roue dentée de la crémaillère. A chaque électromoteur correspond une caisse de résistances placée sur le toit de la voiture et un rhéostat régulateur placé sous le plancher.

La prise de courant se fait au moyen d'un trolley. La descente s'opère par la gravité, les moteurs font frein en devenant générateurs de courant. Les régulateurs, en variant les résistances, règlent à volonté la descente. En dehors de ce système de frein, qui sert exclusivement à la descente, la voiture porte deux freins à main; l'un est constitué par des sabots pouvant serrer des poulies calées sur les essieux de la voiture et calant, par conséquent, les roues entées engrenant avec la crémaillère. Ces sabots peuvent être arrosés avec de l'eau contenue dans un réservoir placé sous les banquettes.

L'autre frein est constitué par une bande d'acier s'appliquant sur la poulie calée sur l'axe du moteur et dont il a été question ci-dessus.

La caisse de la voiture comprend un compartiment central et deux plates-formes fermées, le tout pouvant recevoir 30 personnes. A chaque extrémité est une plate-forme ouverte et plus petite, l'une pour le conducteur, l'autre pour le garde-frein. L'éclairage se fait par un courant dérivé du courant principal.

Les conducteurs aériens sont formés de deux fils de cuivre du diamètre de 8 mm, suspendus, avec une double isolation, à des consoles portées par des colonnes en fer à 4,6 m au-dessus du niveau des rails. Chaque fil sert pour une des voitures qui peuvent se trouver simultanément sur la voie. Le courant continu vient par un câble spécial de l'usine électrique de Gênes, à la tension de 550 volts. Le retour du courant s'opère par les rails.

Le service se fait avec deux voitures qui partent ensemble des deux extrémités de la ligne et se croisent au milieu. Les courses se succèdent à des intervalles de 20 minutes. En cas d'accident à une des voitures, on fait le service avec une seule, avec un plus grand intervalle entre les courses.

Le parcours simple s'effectue en 14 minutes, y compris le temps nécessaire pour deux arrêts réguliers, l'un au croisement, l'autre à proximité du passage à niveau de San Rocco. La vitesse moyenne ressort à 5,5 km à l'heure; la vitesse maxima, que le frein électrique ne permet pas de dépasser à la descente, est de 8 km:h. En cas d'urgence, l'arrêt, à cette dernière vitesse, peut être effectué sur une longueur de 1 m.

Le personnel se compose d'un conducteur et d'un garde-

frein. Le premier, qui se tient sur la plate-forme avant, a sous la main le régulateur du courant, le frein électrique, les freins d'avant à sabots et à bande. Le garde-frein, qui fait aussi fonction de conducteur, se tient sur la plate-forme arrière et peut manœuvrer, en cas de besoin, les freins d'arrière à sabots et à bande. Les deux agents communiquent ensemble par le moyen d'une cloche à la portée de chacun.

Le matériel électrique des voitures a été fourni par la Compagnie de l'Industrie Électrique de Genève; les voitures par la maison Diatto frères, de Turin, et la crémaillère et le croisement par les usines de Roll en Suisse.

Mexico. — *Stations centrales.* — Plusieurs stations centrales importantes viennent de se créer au Mexique, montrant une fois de plus les ressources que l'on peut tirer de la *houille blanche*, grâce aux progrès de l'industrie électrique.

L'énergie est fournie par deux rivières : le rio de Monte-Alto et le rio de Tlalnepantla, sur chacune desquelles sont construites trois usines génératrices utilisant respectivement des chutes de 150 m, 120 m et 60 m de la première rivière et des chutes de 170 m, 90 m et 60 m de la seconde. L'une de ces usines, celle qui utilise la chute de 60 m du rio de Monte-Alto, est destinée uniquement à la fourniture d'énergie à une fabrique de tissus de laine située à San Ildefonso, à environ 5 km de distance; elle comprend deux groupes électrogènes de 340 chevaux chacun composés d'une roue Pelton accouplée à un alternateur à courants triphasés de 3000 volts. Les cinq autres usines, d'une puissance globale de 3600 chevaux sur l'arbre des turbines à l'étiage, servent à l'alimentation du réseau d'éclairage et de force motrice de Mexico, situé à une distance moyenne de 25 km.

Usines génératrices. — Les canaux de dérivation, quoique établis dans les conditions les plus économiques, ont nécessité d'assez nombreux ouvrages d'art. Les conduites forcées ont un diamètre, constant pour une même chute, mais variable de 1 m à 1,20 m de l'une à l'autre, valeur assurant une vitesse de l'eau de 1 m:s à pleine charge; l'épaisseur de tôle varie de 3,2 mm à 14,9 mm; aucun dispositif n'a été prévu pour la dilatation, et la pratique a montré qu'il n'y en avait pas besoin.

Les usines génératrices des chutes de 150 m et 120 m du rio de Monte-Alto, qui portent les noms de Villada et Fernandez Leal, contiennent chacune : 5 groupes électrogènes de 225 kw formés d'une turbine Piccard et Pictet accouplée par un manchon Raffard à un alternateur Westinghouse donnant, à la vitesse angulaire de 530 t:m, des courants diphasés à 440 volts et à la fréquence 50; 2 groupes excitateurs composés d'une roue Pelton et d'une dynamo de 22,5 kw à 125 volts; 6 transformateurs Scott de 225 kw transformant les courants diphasés, 440 volts, en courants triphasés à 22000 volts; un tableau de distribution comprenant cinq panneaux pour les génératrices, deux pour les excitatrices, un pour les wattmètres et un pour le couplage en parallèle de la station avec les autres; des parafoudres du système Wurtz, qui, pendant la saison orageuse durant quatre à cinq mois, ont souvent à fonctionner.

L'usine La Alameda qui utilise la chute de 170 m du rio Tlalnepantla contient 4 groupes électrogènes semblables. Les deux autres usines des chutes de 90 m et 60 m du même rio, appelées Chiluca et Madin, contiennent respectivement 3 et 2 groupes. Le tableau de l'usine de Madin porte un panneau supplémentaire de wattmètres permettant de lire, d'une part la puissance provenant des usines du rio de Monte-Alto, d'autre part celle des usines en amont de Madin sur le rio de Tlalnepantla.

Lignes. — Deux lignes à trois fils de 4,8 mm de diamètre relient chaque usine à la suivante, puis à l'usine de Madin; ces lignes ont une longueur totale de 29 km. Ces lignes sont montées sur poteaux en fer en trois tronçons, espacés de 40 m environ et pesant 175 kg; au sommet de chaque poteau sont fixées, au moyen de brides, deux traverses en bois munies d'isolateurs en porcelaine à triple cloche formant les sommets des deux triangles équilatéraux de 60 cm de côté.

Deux lignes à trois fils relient l'usine de Madin à Mexico. Primitivement ces deux lignes étaient montées comme les précédentes. Des bris d'isolateurs dus à la malveillance ayant montré la nécessité d'avoir deux lignes tout à fait distinctes, on installa l'une d'elles suivant un parcours un peu différent sur poteaux de pin rouge avec une seule traverse supportant deux fils, le troisième fil étant porté par le sommet du poteau; les isolateurs sont en verre à triple cloche. On a en même temps modifié l'ancienne ligne en plaçant l'un des trois fils restants au sommet des poteaux. Les fils de l'ancienne ligne ont 6,3 mm de diamètre et une longueur de 14 km; ceux de la nouvelle ont 15 km de longueur et, pour n'avoir que la même résistance que les précédents, ils ont 6,54 mm de diamètre sur 6,2 km.

Usine réceptrice. — Située dans la partie ouest de Mexico elle comprend : 12 transformateurs de 25 kw ramenant à 2600 volts la tension qui est d'environ 20000 volts à l'arrivée; un groupe de transformation composé de 3 transformateurs Westinghouse de 150 kw abaissant la tension de 2600 à 400 volts et d'une commutatrice Westinghouse donnant du courant continu à 350 volts; une batterie d'accumulateurs chargée par le groupe précédent et qui à certaines heures alimente au contraire ce groupe pour donner du courant alternatif; un groupe électrogène à vapeur composé de 4 chaudières Babcok et Wilcox, d'une machine Borsig de 500 chevaux, d'un alternateur Westinghouse donnant des courants triphasés à 2600 volts et d'une excitatrice actionnée par un petit moteur à vapeur (un second groupe électrogène semblable a été prévu); enfin les divers appareils de réglage et de sécurité.

Parmi ces derniers, signalons des coupe-circuits tripolaires automatiques pour 20 000 volts. Ces coupe-circuits fonctionnent lorsque, par suite d'un court-circuit ou autre accident, le courant devient anormal; ils fonctionnent également lorsque le courant de l'une des lignes tend à changer le sens.

Le principe de ce fonctionnement est le suivant : un wattmètre, mis en mouvement par des transformateurs shunt et série actionne un déclenchement; l'un de ces transformateurs série a un enroulement secondaire et deux primaires, chacun de ces derniers étant connecté en série avec les phases correspondantes des deux circuits triphasés; tant que les courants sont en phase il n'y a aucun courant dans le secondaire, mais, lorsque par suite d'accident, le courant de l'une des lignes change de sens, il passe un courant dans le secondaire, le wattmètre dévie et produit le déclenchement. Ce déclenchement peut d'ailleurs être réglé de manière que la rupture du circuit n'ait lieu qu'après un intervalle de temps variable de une à dix secondes de manière qu'un renversement de courant momentané n'agisse pas.

Distribution. — Le réseau primaire, à 2600 volts, est aérien dans les faubourgs, souterrain dans la ville; la partie aérienne a 18 km de développement, la partie souterraine 50 km.

La distribution secondaire se fait par courants diphasés avec quatre fils à 240 volts; pour la force motrice, on connecte au milieu des secondaires un cinquième fil et on a réalisé ainsi avec les quatre fils précédents deux systèmes à courants alternatifs simples à trois fils présentant deux à deux une différence de potentiel de 120 volts.

L'énergie électrique est vendue 0,75 fr le kw-h pour l'éclairage; le prix varie de 0,20 fr à 0,75 fr le kw-h pour la force motrice suivant la puissance. Déjà de nombreux moteurs sont en fonctionnement, dont plusieurs de 75 chevaux, et les progrès sont tels qu'on prévoit une prochaine augmentation de production d'énergie au moyen de nouveaux groupes.

SUR LES WATTMÈTRES

Après les voltmètres et ampèremètres, on a éprouvé le besoin d'avoir des instruments indiquant, par une seule observation, la puissance dépensée dans un circuit : les wattmètres sont sortis des laboratoires et entrés dans l'industrie. Le développement des applications des courants alternatifs a rendu les wattmètres aussi indispensables, et peut-être même plus, que les voltmètres et ampèremètres.

L'expérience a montré que les wattmètres fournissaient, dans le cas des courants périodiques, un des meilleurs moyens de mesurer la puissance électrique, mais à la condition d'abandonner ce qui constituait leur premier titre industriel : la mesure par une seule observation. En effet, nous verrons, par la suite, que toutes les fois qu'on veut obtenir une mesure assez exacte de la puissance, il faut faire usage, en plus du wattmètre, d'un ampèremètre et d'un voltmètre indiquant les valeurs efficaces du courant. Dès lors l'emploi du wattmètre constitue une *méthode composée* et l'instrument ne donne plus immédiatement qu'une *indication*, à moins que l'on soit certain d'avance qu'il se trouve utilisé dans un des cas particuliers où il est exact.

Les wattmètres employés aujourd'hui sont de trois sortes : électrodynamiques, induction, électrostatiques.

Wattmètres électrodynamiques. — C'est M. Marcel Deprez qui a, en 1880, montré que l'on pouvait utiliser les électrodynamomètres pour la mesure directe de la puissance électrique. Pendant longtemps les wattmètres employés ont été simplement des modifications de l'électrodynamomètre Siemens : la bobine fixe traversée par le courant total et la bobine mobile par un courant dérivé, pris aux bornes du circuit étudié ; une résistance appropriée doit être mise dans le circuit de la bobine mobile, pour réduire l'importance de la dérivation, et la bobine elle-même doit être enroulée en fil fin, avec un plus grand nombre de tours, afin de conserver, autant que possible, le même nombre d'ampèretours que dans l'électrodynamomètre. L'action électrodynamique tend à faire tourner le cadre mobile et à le rendre parallèle au cadre fixe, mais on oppose à cette force l'élasticité d'un ressort que l'on tord en tournant un bouton moleté.

L'angle de torsion du ressort, θ, est évidemment proportionnel à la puissance dépensée entre les points de dérivation (fig. 1, *a*), puisque le couple électrodynamique est proportionnel au produit des intensités dans les deux cadres :

$$W_1\theta = AI\frac{U}{r}.$$

U, différence de potentiel aux bornes du circuit dérivé ;
r, résistance totale du circuit dérivé ;
W_1, couple de torsion pour l'unité d'angle ;
A, constante.

Il n'y a pas lieu d'insister plus longuement sur ces appareils qui sont aujourd'hui bien connus.

Les appareils de cette forme, employés avec les courants continus, donnent, *par une seule lecture*, la puissance mesurée, sous réserve des corrections à faire pour tenir compte de la dépense dans le wattmètre lui-même et à condition de bien *orienter* l'appareil.

L'*orientation* se détermine très facilement, même sans connaître la position des bobines dans l'appareil, en cherchant la position dans laquelle le courant dérivé, envoyé seul dans le wattmètre, ne produit pas de déviation appréciable du cadre mobile. Quand on peut faire une seconde observation, en renversant le sens du courant dans la bobine fixe, l'orientation n'est pas nécessaire : on prend la moyenne des deux mesures ; ceci explique pourquoi il n'est pas utile d'orienter les wattmètres pour le courant alternatif.

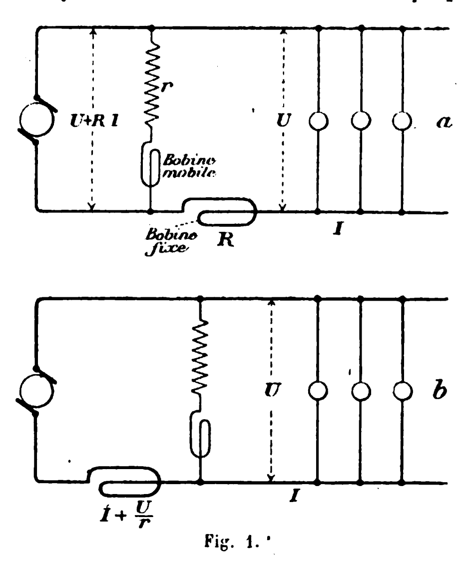


Fig. 1.

Par suite de la faiblesse du champ créé par la bobine fixe, les wattmètres sont très sensibles à toutes les variations du champ ambiant. Il est nécessaire de les éloigner des conducteurs parcourus par des courants intenses et, s'ils sont eux-mêmes destinés à mesurer ces courants, il faut avoir soin de placer les conducteurs qui les relient au circuit, dans la position où ils étaient pour faire l'étalonnage. A défaut de cette indication, il faut les placer, de préférence, parallèles entre eux et aussi voisins que possible l'un de l'autre jusqu'à une distance d'environ 1 m.

Les appareils à torsion exigent une manœuvre assez pénible avec les courants industriels, qui sont souvent fort irréguliers ; aussi, depuis quelques années, les wattmètres à lecture directe tendent à se substituer aux précédents. Dans ces derniers appareils, la bobine mobile peut dévier et faire un angle quelconque avec la bobine fixe ; les ressorts sont tordus par la déviation au lieu de l'être par la manœuvre du bouton de torsion.

Les wattmètres à lecture directe donnent, en courant

continu, des résultats équivalents à ceux des wattmètres à torsion; cependant on doit remarquer que l'*orientation* ne peut éliminer l'action du champ terrestre que si on place l'axe de rotation de la bobine mobile suivant la déclinaison et l'*inclinaison* magnétiques du lieu. En pratique, comme ces appareils sont surtout industriels et doivent être robustes, on donne à la bobine fixe un nombre de tours suffisant pour développer des forces électrodynamiques intenses et on peut négliger l'action terrestre.

Les wattmètres doivent toujours être montés comme on le voit dans la figure 1, *a* et *b*. Le montage de la figure 2 est défectueux : la résistance R étant interposée entre la bobine fixe et la bobine mobile, il existe entre les deux bobines une différence de potentiel très voisine

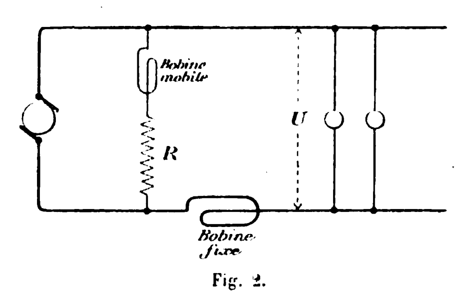


Fig. 2.

de U, parce que R est, généralement, beaucoup plus grand que la résistance du cadre mobile. Il résulte de ce fait une action *électrostatique* entre les deux bobines et de plus, et c'est là l'objection la plus grave, cette différence de potentiel produit quelquefois des étincelles dans l'intérieur du wattmètre et le met hors de service. Avec le montage correct, la plus grande différence de potentiel qui peut exister dans l'appareil dépasse rarement 10 volts et, la résistance R étant en circuit, il ne peut pas se produire d'arc, même quand les deux bobines viennent en contact direct.

Avec les courants alternatifs la question est beaucoup plus complexe, mais elle est aussi beaucoup plus intéressante : aux causes d'erreurs précédentes viennent s'ajouter des effets d'*induction* et de *capacité*.

Effet de l'induction mutuelle. — Les courants périodiques qui traversent les deux bobines développent des courants induits de l'un sur l'autre et agissent aussi sur les masses métalliques voisines.

L'induction produite par la bobine mobile — circuit dérivé ou bobine de volts — sur la bobine fixe, — circuit principal ou bobine des ampères — est négligeable. En effet, la faible force électromotrice induite dans le circuit général ne peut apporter aucun trouble appréciable, étant donnée la grandeur des forces électromotrices en jeu dans ce circuit. Il n'en est pas de même de l'induction produite par la bobine fixe sur le circuit dérivé.

Dans les wattmètres à torsion, dérivés de l'électrodynamomètre Siemens, l'induction mutuelle est nulle entre les deux circuits, ceux-ci étant fixés à 90° l'un de l'autre; mais, dans les appareils à lecture directe, le coefficient d'induction mutuelle varie avec l'angle des deux bobines et il peut atteindre une grandeur telle que la force électromotrice induite, dans le circuit dérivé, dépasse 2 volts. Appelons :

M, le coefficient d'induction mutuelle entre les deux bobines;

ω, 2π fois la fréquence;

r, la résistance du circuit dérivé;

l, la self-induction du circuit dérivé;

$\cos \Phi$, le *facteur de puissance* du circuit sur lequel on fait la mesure;

φ, l'angle correspondant à la différence de phase entre la différence de potentiel U et le courant i qui traverse le circuit dérivé.

Nous pouvons nous rendre compte de l'importance de l'induction mutuelle indépendamment de toute autre cause; en effet, la force électromotrice e'', induite dans le circuit dérivé par le courant principal $I = I_0 \sin \omega t$, a pour valeur :

$$e'' = -\omega I_0 M \cos \omega t;$$

il en résulte un courant i'' :

$$i'' = \frac{-\omega M I_0}{r\sqrt{1 + \frac{\omega^2 l^2}{r^2}}} \cos(\omega t - \varphi).$$

Cette force électromotrice est en *retard* de $\frac{\pi}{2}$ sur le courant I, et le courant i'' retarde lui-même, sur e'', d'un angle φ qui dépend de la *constante de temps* $\frac{l}{r}$ du circuit dérivé :

$$\operatorname{tg} \varphi = \omega \frac{l}{r};$$

on peut représenter ces grandeurs par les vecteurs I, e'' et i'' (fig. 3).

Le couple électrodynamique étant, à chaque instant, proportionnel au produit Ii des intensités dans les deux circuits, le couple moyen, dans le cas de courants sinusoïdaux, présentant entre eux une différence de phase Φ, est égal à :

$$A I_{eff}\, i_{eff} \cos \Phi,$$

c'est-à-dire à la projection du vecteur i sur I.

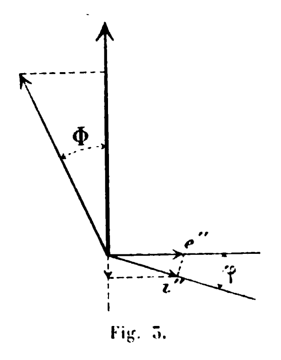


Fig. 3.

L'intensité i est due à la somme de la différence de potentiel U et des forces électromotrices qui agissent dans le circuit dérivé; ces quantités sont des fonctions du temps, de grandeurs et de phases différentes, mais de même fréquence, nous pouvons donc analyser leurs effets séparément; le couple moyen est donc proportionnel au produit de I par la somme des projections, sur I, des vecteurs qui correspondent à chacune des forces électromotrices.

Par construction l'angle φ est toujours rendu très petit, de sorte qu'il se confond avec sa tangente et son sinus. La projection de i'' sur I (fig. 3) a pour valeur :

$$i'' \sin \varphi = \frac{-\omega^2 Ml}{r^2 \sqrt{1 + \frac{\omega^2 l^2}{r^2}}} I.$$

et le couple dû au courant induit :

$$W'' = \frac{-A\omega^2 Ml}{r^2 \sqrt{1 + \frac{\omega^2 l^2}{r^2}}} I^2.$$

Ce couple est indépendant de la valeur de Φ et toujours négatif, il produit un *retard constant* du wattmètre et l'*erreur relative* qui en résulte est d'autant plus grande que cos Φ est plus petit.

L'expérience montre que W'' est toujours négligeable dans les wattmètres industriels, *malgré la grandeur relative de* e''_{eff}, grâce à la valeur très faible de tg φ, qui fait que i'' est presque en *quadrature* avec I.

Il est d'ailleurs facile de se rendre compte de l'erreur *absolue* causée par cette induction : il suffit de fermer le circuit dérivé sur lui-même (fig. 4), et de faire traverser

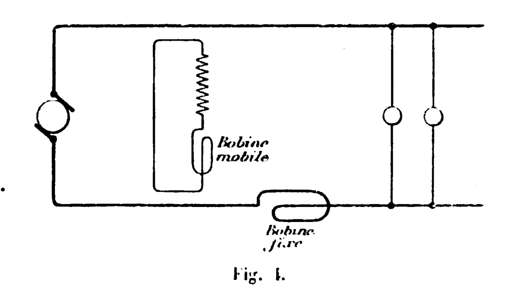


Fig. 4.

la bobine principale par un courant égal au courant maximum que devra supporter l'appareil et de même fréquence; dans la plupart des cas, cet essai ne produira aucune déviation appréciable de la bobine mobile.

L'induction mutuelle, entre la bobine fixe et les masses métalliques fixes, a pour effet la création de champs *parasites*, dont l'action *diminue* le champ créé par le courant principal. La force électromotrice induite e''' est encore ici en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur I, mais la constante de temps peut être assez grande et, par suite, le retard φ' du courant induit I' sur e''' peut être très important.

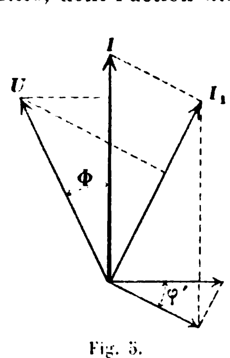


Fig. 5.

Le champ qui agit sur la bobine mobile est la résultante I_1 des champs I et I' et le couple moyen diminue, quand la projection de i sur I_1 est plus petite que sur I (fig. 5).

Le calcul de cette action perturbatrice est absolument inutile, car il est impossible, pratiquement, de déterminer la résistance et la self-induction des masses métalliques sur lesquelles s'exerce l'induction. Un wattmètre dans lequel ce défaut est important ne peut pas servir sur courant alternatif.

Pour reconnaître l'importance relative de ce phénomène dans un appareil, il faut disposer d'un second wattmètre, préalablement étudié. On place les bobines ampères, A et B, des deux instruments, en série sur un circuit S dont on peut faire varier l'inductance à volonté (fig. 6). Les bobines volts, A' et B', sont également réunies

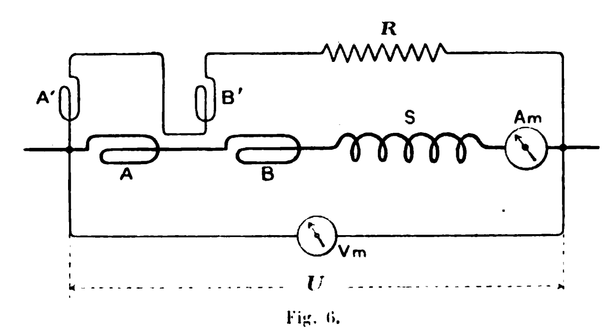


Fig. 6.

en série avec une résistance R, de grandeur appropriée, et mises en dérivation sur le circuit principal. Dans ces conditions, le *rapport* des indications des deux appareils doit rester constant, quand cos Φ passe de 1 à une valeur très faible. Si le rapport varie, le wattmètre dont l'induction *retarde* sur l'autre est celui dans lequel l'induction mutuelle produit le plus de trouble.

L'induction mutuelle entre la bobine mobile et les masses métalliques fixes, — ceci comprend les bobines fixes considérées comme masses métalliques inertes, — a également une importance variable, mais généralement assez faible. On se rend compte aisément de cette action en envoyant le courant dérivé seul dans la bobine mobile munie de sa résistance additionnelle, le circuit principal étant ouvert (fig. 7). S'il se produit une déviation de watt-

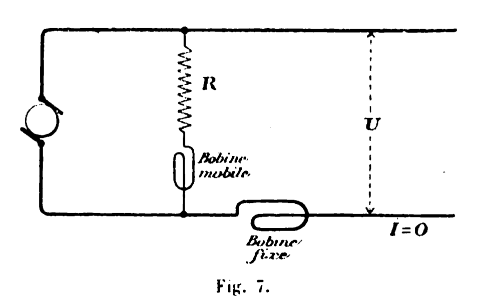


Fig. 7.

mètres, elle est due uniquement aux courants induits dans les masses fixes. Il faut s'assurer toutefois que la connexion entre la bobine mobile et la bobine fixe n'est pas faite de telle sorte que le courant dérivé traverse la bobine fixe, totalement ou en partie; dans ce cas on a toujours une déviation, assez petite, il est vrai.

Effet de la self-induction. — Par une bonne construction des wattmètres, il est facile de s'affranchir des erreurs causées par l'induction mutuelle ; il est moins facile de rendre négligeables les erreurs dues à la self-induction.

Reprenons les notations précédentes : le courant i produit par la différence de potentiel U, dans le circuit dérivé, est, par suite de la self-induction l de ce circuit,

$$i = \frac{U}{r\sqrt{1+\frac{\omega^2 l^2}{r^2}}} \sin(\omega t - \varphi),$$

et le couple électrodynamique *moyen* est proportionnel à :

$$AI_{eff}i_{eff}\cos(\Phi-\varphi) = \frac{A}{r} U_{eff}I_{eff}\cos(\Phi-\varphi)\cos\varphi,$$

ou

$$\frac{A}{r} U_{eff}I_{eff}\cos\Phi \frac{1+\operatorname{tg}\Phi\operatorname{tg}\varphi}{1+\operatorname{tg}^2\varphi}. \qquad (1)$$

Or, $U_{eff}I_{eff}\cos\Phi$ est la *puissance mesurée*, et la *puissance indiquée* par le wattmètre est proportionnelle au couple moyen ; la puissance *indiquée* diffère donc de la puissance réelle, sauf dans le cas où $\Phi = \varphi$ (fig. 8 et 9). Quand Φ est négatif ou plus petit que φ (fig. 9), la puissance indiquée est *plus petite* que la puissance réelle. Dès que Φ dépasse φ, la puissance indiquée est *plus grande*.

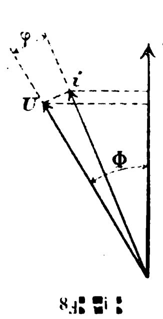


Fig. 8.

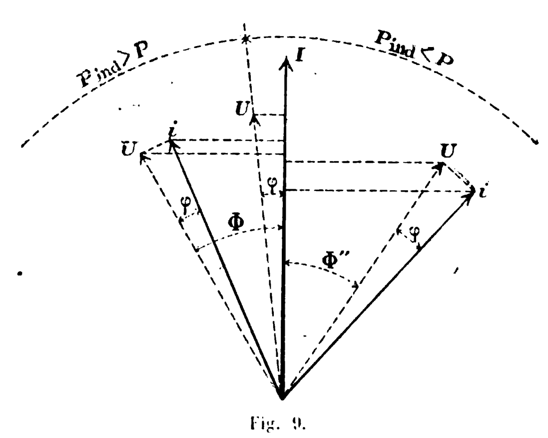


Fig. 9.

Effet de la capacité. — Une résistance en fil métallique présente toujours de la self-induction et de la capacité; en changeant la forme de l'enroulement, on peut rendre l'un ou l'autre de ces phénomènes négligeables.

Pour annuler la self-induction on enroule simultanément deux fils que l'on réunit ensemble à un bout, de sorte que le courant traverse les deux brins voisins en sens inverse, ce qui détruit presque complètement l'induction. Cette disposition a l'inconvénient d'augmenter beaucoup la capacité de la bobine et on démontre facilement qu'une bobine semblable se comporte comme une capacité C_0 placée en dérivation sur la résistance R de la bobine. Vis-à-vis des courants alternatifs la bobine agit comme si elle avait une self-induction *négative* C_0R^2. Quand plusieurs bobines semblables sont réunies en tension, la valeur totale est, à très peu près, égale à la somme ΣC_0R^2, des bobines séparées. Enfin, quand le circuit présente également de la self-induction, l'ensemble agit comme s'il y avait une self-induction unique :

$$L - \Sigma C_0R^2,$$

et $\operatorname{tg}\varphi$ devient :

$$\operatorname{tg}\varphi = \omega\frac{L-\Sigma C_0R^2}{\Sigma R}. \qquad (2)$$

L'équation (2), qui n'est qu'approchée, montre que l'on peut, pratiquement, annuler la self-induction à l'aide de résistances ayant une capacité convenable. Ceci n'est d'ailleurs qu'un cas particulier d'une solution proposée par Blathy, dans laquelle un condensateur était placée en dérivation sur la résistance additionnelle (fig. 10). Ce

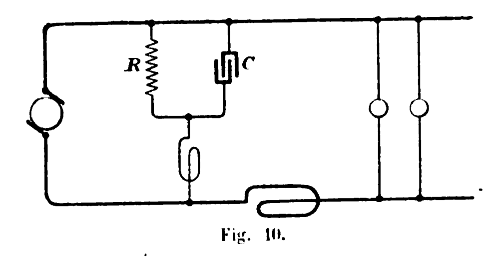


Fig. 10.

moyen de corriger l'effet de la self-induction n'est malheureusement pas très certain, parce que les résistances additionnelles présentent une capacité qu'il est difficile de mesurer exactement et, d'autre part, les capacités introduisent, dans les mesures de courants alternatifs, d'autres causes d'erreurs, résultant des phénomènes d'absorption et, quelquefois aussi, de résonances.

L'existence de la capacité fait que l'on doit prendre pour $\operatorname{tg}\varphi$, dans le terme de correction, la valeur ci-dessus (1), au lieu de $\omega\frac{l}{r}$.

Le sectionnement des résistances en fil doublé permet de réduire beaucoup la capacité; à résistance égale on a avantage à faire plusieurs bobines, ou plusieurs sections, au lieu d'une seule. Non seulement la capacité de la somme est réduite proportionnellement au nombre de sections, mais encore la différence de potentiel entre les deux fils, à l'entrée de la bobine, se trouve réduite d'autant et par là disparaît une grande cause de détérioration de la résistance.

Pour réduire à la fois la capacité et la self-induction des résistances additionnelles des wattmètres, on les enroule souvent en fil simple, sur des feuilles minces de mica ou de carton; de cette façon la self-induction est presque ramenée à celle d'un fil droit de même longueur et la capacité est négligeable.

Dispositions diverses. — Les nombreuses causes d'erreurs que nous venons de voir ont motivé un assez grand nombre de modifications aux wattmètres électrodynamiques.

Pour réduire la sensibilité aux actions extérieures, lord Kelvin avait rendu son wattmètre astatique, en réunissant sur un même axe deux bobines mobiles, enroulées en sens contraire; on sait que cet appareil est un des pre-

miers wattmètres à lecture directe. L'astaticité est obtenue par Hartmann et Braun au moyen de bobines enchevêtrées ([1]).

La compensation de l'erreur due à tg φ a donné lieu à diverses combinaisons : nous avons vu, plus haut, celle de Blathy; la disposition de J. Perry a été décrite ici même ([2]). Une autre disposition est due à Ernest Danielson ([3]). Ces deux dernières dispositions supposent que la capacité de la résistance est nulle. Dans l'appareil de Kallir ([4]) on compense la dépense propre du wattmètre et le retard du courant dérivé à l'aide de bobines appropriées, placées très près des bobines ordinaires de l'appareil.

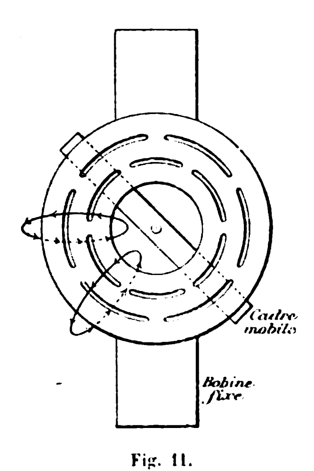


Fig. 11.

Dans les wattmètres à lecture directe, les déviations ne sont pas proportionnelles aux puissances mesurées ; les déviations sont ordinairement plus étroites aux deux bouts de l'échelle qu'au milieu. La proportionnalité est obtenue par Siemens et Halske en donnant une forme circulaire aux côtés de la bobine fixe, qui sont perpendiculaires à l'axe de rotation de la bobine mobile (fig. 11); il résulte de cette disposition un épanouissement des lignes de force du champ de la bobine fixe. Le même résultat est obtenu dans le wattmètre de l'A. E. G. ([5]) en plaçant les bobines dans un faisceau de tôle évidé au centre, l'évidement ayant une forme presque cylindrique.

(*A suivre.*) H. Armagnat.

MANOGRAPHE

DE MM. É. HOSPITALIER ET J. CARPENTIER

Les moteurs à explosion, utilisant le gaz d'éclairage, les gaz pauvres, les gaz de hauts fourneaux, le pétrole, l'essence de pétrole et l'alcool pur ou carburé se répandent de plus en plus dans l'industrie, et l'électricien ne saurait négliger leur étude, qu'il les considère comme des adjuvants ou des concurrents de l'industrie électrique. La création de petits groupes électrogènes dans lesquels le moteur à grande vitesse angulaire attaque directement la dynamo va développer les petites installations d'éclairage électrique des châteaux, villas, etc., et l'emploi des automobiles électriques, chaque fois que les combustibles liquides ou gazeux ne conduiront pas à des prix prohibitifs. Les moteurs thermiques à explosion

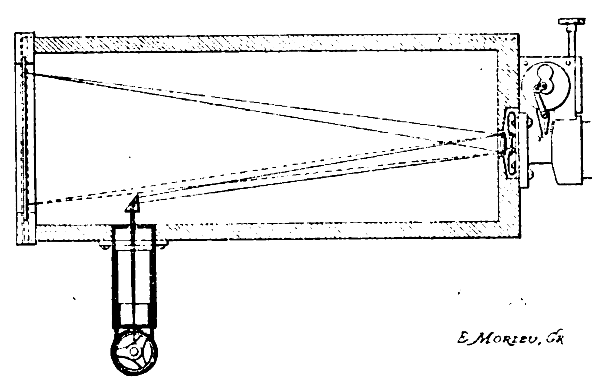


Fig. 1. — Plan-coupe du manographe.

prennent donc une importance économique toute spéciale pour l'électricien.

Mais à côté du problème d'ordre économique — et,

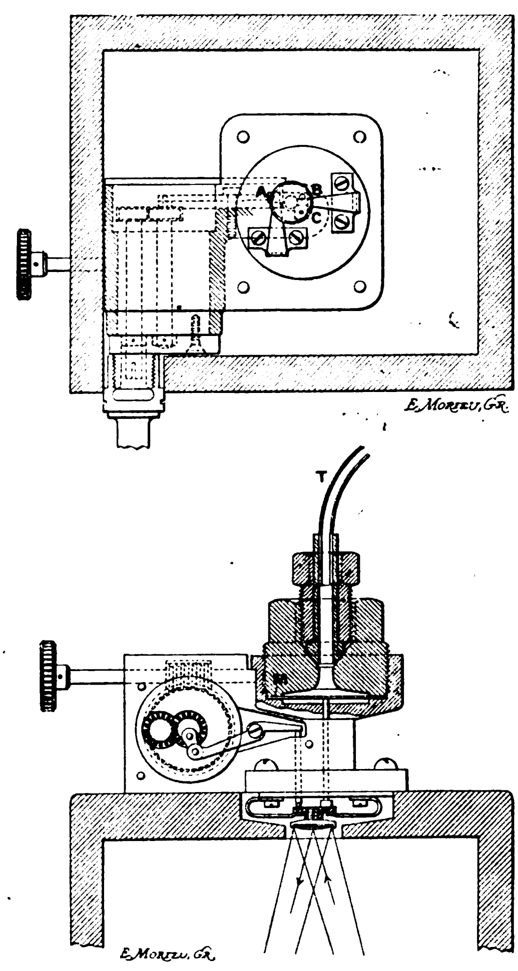


Fig. 2. — Élévation et plan-coupe.

malheureusement, d'ordre politique aussi — posé par le combustible industriel au plus bas prix possible, se pose, parallèlement, celui de la production de l'énergie mécanique avec la plus faible consommation possible.

([1]) *Elekt. Rundschau*, 1er nov. 1900, XVIII, p. 24.
([2]) *L'Industrie électrique*, 25 nov. 1895, p. 499.
([3]) *L'Éclairage électrique*, 1896, IX, p. 593.
([4]) *Zeitschr. f. Elekt.*, 6 mai 1900, XVIII, p. 233. — *L'Éclairage électrique*, XXIV, p. 509.
([5]) *Elekt. Zeits.*, 17 mai 1900, XXI, p. 396.

Or, jusqu'ici, l'étude des dispositifs les plus avantageux à employer pour la meilleure utilisation de ces combustibles dans les moteurs à explosion, était rendue longue, pénible et onéreuse, parce que l'on manquait d'un moyen d'observation facile du diagramme des pressions dans un système dont la vitesse angulaire atteint et dépasse quelquefois 2000 tours par minute.

C'est à la solution de ce problème, posé d'une façon très urgente au récent concours de moteurs à alcool, que se sont attachés MM. Hospitalier et Carpentier, et le résultat de leur collaboration a été le *Manographe*, ou indicateur optique, que nous allons présenter à nos lecteurs.

Les principes sur lesquels repose cet appareil sont tous très connus, et l'idée même d'employer un rayon lumineux comme index sans inertie, en vue de cette application spéciale, indiquée plusieurs fois par certains inventeurs, soit à l'aide de deux miroirs, comme l'a fait M. Marcel Deprez, en 1877, soit à l'aide d'un seul miroir, a même été réalisée en 1891, par M. John Perry, ancien président de *The Institution of Electrical Engineers*. Mais cet appareil n'était utilisable que pour des vitesses ne dépassant pas 500 à 600 tours par minute, et ses dispositions ne lui permettaient pas d'être monté sur un moteur exposé à des trépidations aussi fortes que celles auxquelles sont parfois soumis les moteurs à explosion, surtout lorsqu'ils sont mal équilibrés.

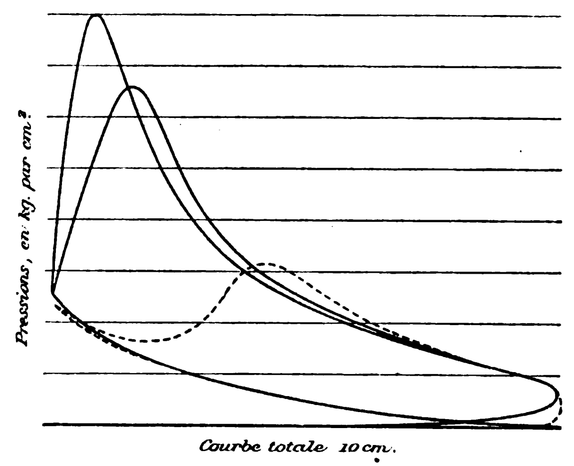


Fig. 3. — Diagramme obtenu sur un moteur de Dion-Bouton fonctionnant à l'essence de pétrole. (La courbe en pointillé correspond à un retard à l'allumage.)

Dans le manographe, l'appareil d'observation ou d'enregistrement est complètement séparé du moteur auquel il n'est relié que par un tube flexible T destiné à transmettre les pressions, et par un arbre flexible qui ramène le mouvement de rotation de l'axe du moteur jusqu'à l'appareil.

Le principe de l'appareil est des plus simples, et rappelle celui du télégraphe écrivant de Pollak et Virâg dont il dérive. Considérons (fig. 2) un petit miroir reposant sur trois points A, B, C, disposés aux trois sommets d'un triangle rectangle. Le point A disposé au sommet de l'angle droit est fixe dans l'espace, l'un des deux autres points (B) se déplace perpendiculairement au plan du miroir proportionnellement aux pressions, le troisième (C) proportionnellement au chemin parcouru par le piston. Dans ces conditions, le petit miroir, sollicité par un ressort qui l'appuie d'une façon permanente sur les trois points, prend des inclinaisons telles que si un rayon lumineux est projeté sur ce miroir, les déplacements de la partie réfléchie traceront le diagramme sur un verre dépoli placé à une distance convenable. La persistance des impressions sur la rétine fera apparaître le diagramme sous la forme d'un trait continu dont on pourra faire l'examen à loisir, tracer une image avec un crayon sur du papier calque, ou prendre une photographie, instantanée ou posée.

Dans le modèle qui a fonctionné à l'Exposition internationale d'automobiles, monté sur un groupe électrogène de MM. de Dion et Bouton, le pinceau lumineux est produit par une petite flamme d'acétylène. Un prisme à réflexion totale renvoie le pinceau lumineux sur le miroir, lequel le réfléchit sur l'écran combiné pour donner des diagrammes de 10 cm de longueur sur 7 à 8 cm de hauteur. En modifiant la distance focale du miroir, la distance de l'écran et l'intensité de la source lumineuse, on pourrait obtenir des diagrammes de dimensions quelconques, et en faire la projection à grande échelle, pour l'enseignement, par exemple.

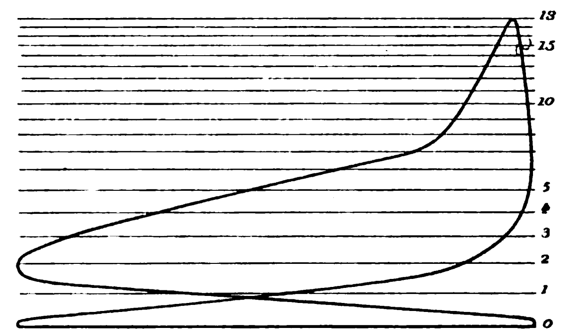


Fig. 4. — Diagramme relevé sur un moteur de Dion-Bouton fonctionnant à l'alcool carburé à 50 pour 100 à l'Exposition d'automobiles.

Dans le nouveau modèle, que représente les figures 1 et 2; les ordonnées sont, par un choix convenable des proportions, rendues proportionnelles aux pressions. En vue de faciliter les calculs, 1 cm d'ordonnée correspond exactement à 1 kg : cm², et la course totale du piston est représentée par une longueur de 10 cm sur l'axe des abscisses. La surface du diagramme mesurée au planimètre et exprimée en cm² donne ainsi directement le travail pour un cycle, en la multipliant par un coefficient qui représente précisément le volume de la cylindrée.

Il nous reste à expliquer comment les mouvements sont respectivement transmis aux deux points qui se déplacent proportionnellement à la pression, d'une part, à la course du piston, d'autre part.

Pour la pression, une tige portant sur le miroir par une de ses extrémités appuie, par son autre extrémité, sur une membrane métallique et élastique M fixée, par sa périphérie, sur une chambre en communication avec le

haut du cylindre moteur par un tube en cuivre de 2 à 3 millimètres de diamètre intérieur. Sous l'influence des variations de pression produites dans le cylindre pendant le cycle à quatre temps, la membrane fléchit et repousse plus ou moins fortement la tige sur laquelle appuie le miroir. On obtient ainsi des déplacements sensiblement proportionnels à la pression. Il est d'ailleurs facile, par une graduation préalable de la membrane, de reconstituer le diagramme exact, lorsqu'il est nécessaire de le planimétrer, opération rendue d'ailleurs inutile dans les nouveaux modèles.

Pour le mouvement du piston, une seconde tige reçoit un mouvement alternatif de va-et-vient, synchrone avec celui du piston, par l'intermédiaire de l'arbre flexible et d'un *répétiteur* constitué par un système de manivelle et bielle de dimensions réduites. Comme le mouvement synchrone pourrait se produire avec un certain décalage, retard ou avance, entre le mouvement du piston et celui de la biellette, la commande de l'arbre flexible se transmet par un train d'engrenages dont les deux roues portent le même nombre de dents. L'axe de l'arbre flexible peut se déplacer comme un satellite autour de l'axe de la manivelle, et ce déplacement est commandé par une vis de réglage placée extérieurement sur la boîte. Dans ces conditions on peut, en déplaçant l'axe de l'arbre flexible d'un angle convenable, obtenir à la fois le synchronisme et la coïncidence de phases du mouvement du piston et du mouvement de la tige de commande des abscisses. Des ressorts de rappel fixés derrière le support du miroir le maintiennent toujours bien appliqué contre les trois points qui définissent ses déplacements. Ces ressorts sont nettement indiqués figure 2.

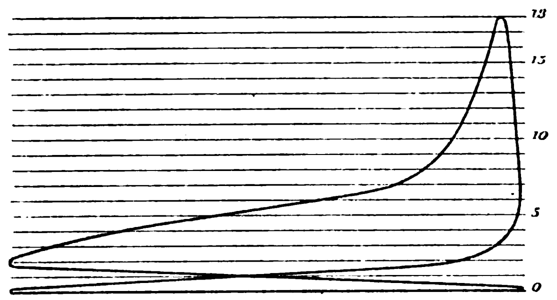


Fig. 5. — Diagramme de la figure 4 rectifié.

Les masses mises en mouvement sont très petites, les déplacements et les vitesses très faibles, et il n'y a à craindre aucun *lancé* perturbateur, même, comme l'expérience l'a prouvé, lorsque le moteur tourne à 2200 tours par minute.

Nous reproduisons, à titre d'exemple, un diagramme relevé sur un petit moteur de Dion et Bouton fonctionnant à l'essence de pétrole (fig. 3), un diagramme relevé sur un moteur de Dion et Bouton fonctionnant à l'alcool carburé actionnant une dynamo (fig. 4), et le même diagramme anamorphosé (fig. 5) avec ordonnées proportionnelles, permettant de le planimétrer. Les résultats obtenus sont les suivants :

Course du piston, en cm	11
Diamètre du piston, en cm	8.1
Surface du piston, en cm²	65.62
Vitesse angulaire, en tours : minute	1300
Vitesse angulaire, en tours : seconde	21.6
Surface utile du diagramme, en cm²	15,055
Hauteur du rectangle équivalent, en mm	15,055
Pression moyenne correspondante, en kg : cm²	4.545
Force exercée sur le piston, en kg	275
Travail dans un cycle (2 tours), en kgm	30.25
Puissance, en poncelets	6.55
Différence de potentiel aux bornes, en volts	110
Courant, en ampères	30
Puissance utile, en watts	3300

Le groupe électrogène transforme donc en énergie électrique 50 pour 100 du travail indiqué, ce qui est un résultat tout à fait remarquable pour un groupe électrogène d'aussi faible puissance.

A. Z.

SUR LA DÉTERMINATION DE LA VITESSE ANGULAIRE INSTANTANÉE DES AXES A ROTATION LENTE OU RAPIDE

L'emploi de plus en plus répandu, dans la distribution par courants alternatifs simples ou polyphasés, d'unités de grande puissance couplées en parallèle, impose l'obligation de connaître avec précision les variations de vitesse angulaire auxquelles sont soumis les organes en mouvement sous l'influence des couples variables, moteurs ou résistants, auxquels ils obéissent, ou, d'une façon plus générale, les valeurs de la vitesse angulaire *instantanée* du système en rotation pendant un tour complet.

Par une coïncidence qui n'a rien de fortuit, car elle se justifie par l'urgence du problème, la question a été traitée simultanément, en novembre et décembre derniers, par trois grandes Sociétés électrotechniques, à Berlin, à New-York et à Paris, et le bulletin de novembre de la *Société internationale des Électriciens* constitue, à ce point de vue, un document des plus importants et qui fait le plus grand honneur à tous ceux qui ont collaboré à l'étude de la question : MM. Hillairet, Maurice Leblanc, Cornu, David, Boucherot, Loppé, Labour et Grosselin.

La détermination des variations de vitesse peut s'obtenir, soit par une étude graphique tenant compte des couples moteurs, des couples résistants et des moments d'inertie des pièces en mouvement, soit en déterminant expérimentalement ces variations de vitesse sur une machine déjà construite. M. David s'est servi dans ce but de la méthode du diapason, et M. Cornu a décrit une élégante solution optique basée sur des effets stroboscopiques.

Le même problème s'est posé pour nous dans des conditions plus spéciales, à propos de moteurs à grande vitesse, soit pour les moteurs à pétrole, soit pour le moteur synchrone sans bobinage sur la partie mobile que

nous utilisons dans l'ondographe, et dont M. Boucherot a publié ici même une intéressante théorie (¹). Nous avions observé, dans certaines circonstances, un balancement rapide des secteurs blancs et noirs dont nous nous servons pour amener le moteur au synchronisme avant l'accrochage, et nous avions besoin de connaître l'amplitude et la fréquence exacte de ces oscillations afin de découvrir leurs causes et d'y porter remède.

Nous avons été ainsi conduit à imaginer et à réaliser la méthode que nous allons décrire, méthode générale qui s'applique à toutes les vitesses angulaires depuis 10 jusqu'à 3000 tours par minute, et même davantage, et permet de déterminer les variations de vitesse dans un tour sans exiger *aucun synchronisme moyen* entre l'appareil de mesure et l'appareil d'observation.

Voici le principe de l'appareil (²). Si nous collons sur l'extrémité de l'arbre dont on veut étudier la vitesse un miroir incliné, et que nous fassions tomber sur ce miroir un rayon lumineux dirigé suivant le prolongement de l'axe, ce rayon lumineux décrira dans l'espace la surface d'un cône. En disposant un écran à une distance convenable, dans un plan perpendiculaire à l'axe, le rayon lumineux tracera sur cet écran une circonférence lumineuse dont le rayon dépendra de l'inclinaison du miroir et de la distance de l'écran. La vitesse de déplacement du point lumineux sur l'écran est, à chaque instant, proportionnelle à la vitesse angulaire de l'arbre.

Pour la déterminer, faisons tourner devant le rayon lumineux, avec une vitesse uniforme, un disque percé d'un certain nombre de trous équidistants, 60 par exemple. Chacun de ces trous ne laissera tomber le rayon lumineux sur l'écran que pendant un instant très court, et la circonférence, au lieu d'apparaître sous la forme continue, apparaîtra sous la forme d'une série de points qui, dans le cas d'une vitesse absolument uniforme, seraient rigoureusement équidistants, et dont les variations de distance correspondront aux variations de vitesse. Si le disque porte 60 trous et fait 60 tours par seconde, la longueur de l'arc entre deux tours correspondra au chemin parcouru par le rayon en $\frac{1}{3600}$ de seconde. En donnant au disque une vitesse angulaire synchrone avec la vitesse angulaire moyenne de l'arbre à étudier, ou avec un multiple entier de cette vitesse, on pourra superposer les points lumineux correspondants de deux tours successifs et constater même les oscillations à longue période qui se traduiront par un balancement périodique des points lumineux dont la distance restera cependant sensiblement constante.

Si l'on n'a besoin que de connaître les vitesses extrêmes, il suffira de mesurer l'écartement maximum et l'écartement minimum des points, en choisissant comme rapport de la vitesse du disque intercepteur à la vitesse de l'arbre un nombre tel que la distance et la différence soient facilement mesurables. Le système comporte une très grande précision, car il est facile de percer le disque de trous bien équidistants avec la machine à diviser, et d'obtenir une vitesse bien uniforme en munissant le disque d'un fort volant et en entretenant son mouvement à l'aide d'un moteur électrique disposé pour fournir une vitesse constante, telle qu'une dynamo shunt fortement excitée, par exemple, alimentée par une batterie d'accumulateurs, éléments d'un emploi fréquent sur la plateforme d'un laboratoire industriel.

L'avantage de la méthode est de n'exiger aucun synchronisme entre l'organe à étudier et l'organe de mesure auquel il suffit d'imprimer une vitesse angulaire uniforme, et de la lui conserver pendant la durée de l'expérience. Elle s'applique à toutes les vitesses industrielles, en faisant varier seulement dans des rapports convenables, la vitesse propre du disque intercepteur.

Pour faciliter les mesures, on peut photographier les régions où la vitesse est maxima ou minima et mesurer ensuite leurs distances à loisir pour déterminer avec précision le coefficient d'irrégularité.

Le disque intercepteur se prête à une autre application qui, bien qu'en dehors de notre cadre, peut intéresser nos lecteurs, tous plus ou moins photographes. Il s'agit de la détermination exacte de la durée d'ouverture des obturateurs. Pour effectuer cette détermination, on donne au disque une vitesse angulaire connue, telle qu'il se produise 3000 éclats par seconde, par exemple. L'obturateur photographique est interposé sur le chemin des rayons lumineux entre la source de lumière et le disque intercepteur, ou entre celui-ci et une plaque photographique animée d'un mouvement de déplacement rapide, soit longitudinal, soit autour d'un axe parallèle au rayon lumineux, mais à une distance inférieure à la moitié de la plus petite largeur de la plaque. Le mouvement de cette plaque doit être régulier, mais il n'a pas besoin d'être uniforme.

Si, lorsque le disque intercepteur et la plaque sensible sont en mouvement, on actionne l'obturateur, celui-ci découvrira le rayon lumineux, lequel laissera sur la plaque une série de points impressionnés dont le nombre, divisé par 3000, représentera la durée d'ouverture en secondes. Si l'obturateur n'a pas un fonctionnement rapide à l'ouverture et à la fermeture, les premiers points et les derniers seront moins impressionnés et donneront, par leur estompage, leur apparition plus ou moins complète, une notion exacte de la rapidité d'ouverture et de fermeture, et de la durée d'ouverture totale de l'obturateur.

Nous nous proposons d'appliquer la méthode que nous venons d'indiquer à l'étude de la vitesse instantanée des moteurs à courants alternatifs simples en fonction de la charge, et nous ne manquerons pas d'en présenter les résultats à nos lecteurs. La méthode n'est certainement pas nouvelle, bien que nous n'ayons pas le souvenir de l'avoir vue décrite, et nous nous attendons à une pluie de revendications, mais son application à l'analyse des

(¹) Voy. *L'Industrie électrique* du 10 déc. 1901, n° 239, p. 541.

(²) M. J. Carpentier, à qui nous avons signalé cette solution, en avait imaginé une absolument identique. Nous sommes très flatté de nous être rencontré avec M. Carpentier en cette occurrence.

vitesses instantanées des mouvements de rotation rapides et à l'étude des obturateurs photographiques nous paraît intéressante, et c'est ce qui nous a décidé à la faire connaître. É. HOSPITALIER.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Le câble du Pacifique. — Dès la subvention de 25 millions de francs accordée par le gouvernement pour installer un câble, la confection a commencé sans retard. Le câble partira de Southport en Queensland jusqu'à Norfolk Island sur une distance de 280 km, d'où il se dirigera jusqu'aux îles de Fiji à 1440 km, et jusqu'à Douglas Bay 756 km. Ces sections sont connues et l'organisation est assez avancée pour qu'un bateau à vapeur puisse partir bientôt de Londres avec le câble qu'on posera en mars ou avril; l'inauguration aura lieu l'été prochain.

De Douglas Bay, le câble va jusqu'à l'île Fanning (5680 km), et de là jusqu'à Vancouver Island (3200 km), d'où on peut avoir communication directe avec l'Angleterre et le Canada. L'entreprise entière sera ouverte au service public à la fin de l'année prochaine et on rassemble des employés spéciaux pour exploiter la ligne aux diverses stations que nous avons citées. Toutes les constructions nécessaires sont élevées pour la Compagnie des câbles du Pacifique par les divers gouvernements sous la juridiction desquels sont les divers points où le câble touche à la côte. Le câble est isolé au caoutchouc, et il consiste en une âme centrale solide, entourée de trois rubans de cuivre. Le guipage extérieur est constitué par des fils ordinaires en acier, et le tout est fabriqué par la *Telegraph Construction and Maintenance C°* à ses usines de Greenwich.

Les chemins de fer électriques souterrains. — Le *Board of Trade* s'est prononcé pour le système américain de M. Yerkes, qui est un système à courant continu, et on dit que ce dernier a déjà passé une commande pour l'installation à la *British Westinghouse C°*, de Manchester. Mais, comme la *General Electric C°* est assez intéressée dans cette entreprise, il ne paraît pas vraisemblable que son ordre soit placé chez ses concurrents en Angleterre. Il faut maintenant bien espérer que les deux Compagnies des chemins de fer Métropolitain et District exécuteront leur travail le plus tôt possible. On dit que, tandis qu'on peut faire les nouveaux trains et leurs équipements en une année, on ne peut pas achever la station de génération et les machines en moins de deux ans. On propose de nettoyer parfaitement les tunnels au moyen d'une brosse rotative, et après cela les blanchir à la chaux à l'aide d'un appareil hydraulique.

L'Institution of Electrical Engineers. — Le 9 décembre, le dîner annuel de cette Société eut lieu au Grand Hall de l'Hôtel Cecil, en présence de beaucoup d'invités. Le président de l'Institution occupait la place d'honneur et, après les toasts traditionnels, M. le professeur Silvanus Thompson proposa de boire au génie et à la science. Il les mit dans cet ordre, parce qu'il pensa qu'on n'aurait eu aucune science sans les ingénieurs pour la découvrir. M. Glazebrook, en répondant très courtoisement, ne voulut pas y consentir, et il préféra placer les professeurs et les théoriciens avant les ingénieurs. Le président, en répondant pour l'Institution, rappela que la Société avait déjà trente années d'existence, et que maintenant elle comprenait 4000 membres et 600 étudiants. Il insista sur la nécessité d'avoir un ministre pour l'Industrie dans ce pays, afin que le Commerce puisse traiter directement avec le gouvernement. En général on peut dire que, tandis que le dîner fut bon, les discours ne furent pas très brillants.

Une nouvelle lampe électrique à incandescence. — On prête beaucoup d'attention en ce moment à une nouvelle lampe électrique, qu'on connaît à présent sous le nom Crawford-Vœlker. Des essais ont été effectués sur ces lampes par le colonel Holden, surintendant du Royal Arsenal à Woolwich et ils montrent que la consommation en watts par bougie est de 2,55 au début, et qu'après 1000 heures elle est de 3,35, ce qui, au point de vue économique, montre un grand perfectionnement sur les autres lampes à filament. L'inventeur prétend avoir trouvé le moyen d'effectuer des combinaisons entre plusieurs métaux rares et le carbone, ce qui permet d'obtenir pour la première fois un filament en vrai carbure. Ces filaments possèdent une résistance spécifique plus élevée que celle des filaments en charbon, ils s'abîment plus lentement, ils ont de plus une résistance plus uniforme. On a fabriqué avec grand succès des lampes pour 200 volts et même pour 600 volts, et les filaments sont plus lourds que les filaments correspondants en carbone. Un point important de la nouvelle lampe est que les deux bouts du filament sont séparés en haut par une tige de verre qui, on le prétend, augmente la vie du filament, et empêche les courts-circuits. Le filament paraît être en carbure de titane, et il est très tenace et très élastique.

Si on peut exécuter pratiquement tout ce qu'on annonce et qui est apparemment prouvé par les épreuves de cette nouvelle lampe, cela pourrait bien mettre la lumière électrique dans une situation où elle pourrait concourir avantageusement avec le gaz, desideratum qu'on a cherché si longtemps.

L'éclairage électrique sur le fleuve Saint-Laurent. — Le Canada vient de prendre l'initiative de faire des essais pratiques avec un système de bouées éclairées par l'électricité, sur le Saint-Laurent, entre Montréal et Québec. On doit poser un câble électrique au milieu du canal navigable, et on le reliera avec deux lignes de lampes électriques supportées par des flotteurs en liège, une ligne sur chaque côté du canal. On transmettra

l'énergie de Montréal, et on propose d'avoir les lumières sur chaque côté du canal d'une couleur différente de celles sur l'autre côté.

Un accident sur le chemin de fer électrique de Liverpool. — Cette ligne a une longueur de 10 km et elle est en grande partie en viaduc d'acier le long des quais.

Le dernier kilomètre se termine par un tunnel dans le rocher à l'extrémité sud de la ligne.

Des rapports officiels, il paraît résulter que lorsque un train de trois wagons fut à près de 80 m de la station au bout extrême du tunnel, il se produisit un court-circuit sur un des moteurs, et l'arc vint rencontrer la charpente du wagon. Le train s'arrêta soudainement et bientôt le wagon automoteur d'arrière fut enveloppé de flammes. Heureusement que la plupart des voyageurs eurent le temps de descendre sur la voie et de se diriger vers la station. Un fort vent soufflait dans le tunnel, et bientôt le train entier fut enveloppé de flammes. Celles-ci s'étendirent à un monceau de traverses créosotées, qui se trouvaient dans le souterrain : bientôt se formèrent d'épais nuages de fumée qui furent bientôt chassés dans la station. Quelques-uns des employés et le mécanicien du train tâchèrent d'éteindre l'incendie, qui alors s'était étendu à un autre train resté dans le garage, et ces personnes furent toutes asphyxiées par la fumée ou brûlées mortellement.

Un voyageur partagea leur sort cruel, s'étant probablement retourné pour leur porter secours. Les autres voyageurs qui étaient restés dans la station par curiosité éprouvèrent de grandes difficultés à s'échapper. Finalement, tous les voyageurs furent sauvés, cependant quelques-uns furent presque asphyxiés et il fallut les conduire à l'hôpital. Dans ce pays les causes réelles des accidents sur les chemins de fer ne sont pas souvent publiées avant que le Gouvernement ait fait son enquête. Ce travail dure quelques mois, aussi nous ne pouvons nous fier qu'aux rapports officieux faits par les voyageurs et les employés de la Compagnie.

En tous cas, l'accident montre ce qui peut arriver avec les chemins de fer électriques souterrains.

Un petit transformateur pour les courants alternatifs. — Ici on construit actuellement à la *General Electric C°* un petit appareil très ingénieux et fort utile, qui consiste en un transformateur pour de petites puissances. Il est destiné aux dentistes, physiciens, chirurgiens, etc., qui ont le courant alternatif à leur domicile, et qui emploient de petits accumulateurs pour les cautères et autres usages électro-médicaux.

Jusqu'à présent ces personnes ont été obligées d'obtenir les 20 volts et 10 ampères environ en courant continu, avec des piles primaires, ou d'envoyer les accumulateurs au dehors pour les faire recharger. Le *Batten rectifier* utilise les 100 ou 200 volts jusqu'à 25 volts sans l'intermédiaire de lampes formant rhéostat, et il transforme les courants alternatifs en courants redressés. Ainsi on ne perd peut être que 10 pour 100 de l'énergie, tandis que si on charge sur une distribution à courant continu à 100 volts, on perd près de 80 pour 100 sur des résistances.

Les téléphones. — L'agitation sur cette affaire continue à augmenter, et l'indignation des abonnés au système de la *National Telephone C°* est à son comble, car ils commencent à trouver qu'ils ont été indignement trompés par le gouvernement. Le London County Council, en particulier, a pris l'affaire avec beaucoup d'énergie, et il a laissé entendre qu'il serait décidé d'acheter le système du gouvernement à prix coûtant, et fournir aux habitants de Londres les téléphones à un taux annuel de 250 fr pour commencer. On discuta l'affaire à une réunion générale ; et le Directeur général des Postes ayant reçu une députation dernièrement, M. Benn parla avec beaucoup de véhémence de la part du County Council. Mais le Directeur général des Postes fit une réponse toute prête, dans laquelle il opposa les contribuables de la campagne aux contribuables de Londres.

Il dit que si les habitants de Londres étaient pourvus d'un tarif téléphonique spécialement bas, il fallait que le pays entier fournisse le déficit, et pour cela il préfèrerait maintenir le tarif qu'on avait à présent, afin que ce soient les personnes qui se servaient des téléphones qui aient à payer pour elles, et non les contribuables. Naturellement l'affaire ne se terminera pas ainsi, et lorsque le Parlement se réunira le 16 janvier, la question sera discutée par de nombreux orateurs, et on tâchera d'empêcher que la convention soit exécutée. Sur ces entrefaites, la *City Corporation* a écrit au Directeur général, lui demandant de remettre à plus tard la signature de cette convention, jusqu'à ce qu'ils aient eu l'occasion de l'examiner. C. D.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 2 décembre 1901.

Méthode permettant d'évaluer en valeur absolue les très basses températures. — Note de M. Henri Pellat, présentée par M. A. Potier. — L'emploi fréquent aujourd'hui de très basses températures fait désirer qu'on puisse les évaluer sur l'échelle thermodynamique. Or, le thermomètre à gaz ne peut plus servir pour cela dès que le gaz, par suite de son refroidissement, cesse d'être assimilable à un gaz parfait. D'autre part, la méthode géné-



rale indiquée par M. Lippmann [1], fondée sur l'étude des propriétés thermiques et mécaniques d'un corps, n'est pas d'un emploi pratique aux basses températures. Je crois que le phénomène Peltier permet de résoudre le problème.

Si l'on désigne par E la force électromotrice, évaluée en unités C.G.S., d'un couple thermo-électrique dont une des soudures est maintenue à une température fixe (glace fondante, par exemple) et l'autre portée à la température absolue T qu'on se propose d'évaluer, et si Π est le coefficient de l'effet Peltier, évalué en prenant l'erg pour unité de chaleur, la thermodynamique fournit la relation suivante, établie pour la première fois par lord Kelvin et vérifiée par les expériences de M. Edlund [2] et de M. Bellati [3] :

$$\Pi = T\frac{dE}{dT}, \qquad (1)$$

qu'on peut écrire sous la forme :

$$\frac{dT}{T} = \frac{dE}{\Pi}. \qquad (2)$$

Supposons qu'on ait évalué en fonction des indications t d'un thermomètre quelconque la force électromotrice E et le coefficient Π de l'effet Peltier, de façon à pouvoir écrire :

$$E = f(t) \quad \text{et} \quad \Pi = F(t), \qquad (3)$$

$f(t)$ et $F(t)$ étant deux fonctions empiriquement connues; en posant :

$$\frac{f'(t)}{F(t)} = \varphi'(t) \quad \text{on aura} \quad \frac{dT}{T} = \varphi'(t)dt \qquad (4)$$

et, en intégrant entre les températures T_0 ou t_0 et T ou t, il vient :

$$L\frac{T}{T_0} = \varphi(t) - \varphi(t_0) \qquad (5)$$

ce qui fait connaître T, puisque la fonction $\varphi(t)$ est connue.

Pour mettre en pratique cette méthode, il convient de prendre comme couple thermo-électrique A, auquel s'appliquent les relations ci-dessus, un couple fer-zinc, à cause de son grand pouvoir thermo-électrique aux basses températures. La partie qui doit être portée à la température T sera constituée par un barreau cylindrique mixte d'un centimètre de diamètre environ et d'une longueur de 20 à 30 cm, la soudure étant placée en son milieu. Tout près de celle-ci sera pratiquée dans le fer une rainure profonde, ne laissant au centre qu'une épaisseur de 2 mm environ, et très étroite (1 à 2 dixièmes de mm) pour loger les spires isolées d'un fil métallique très fin, dont les extrémités aboutissent à deux gros fils de même métal sortant de l'appareil. De part et d'autre de l'ensemble de la soudure et de la spirale, très près et symétriquement, seront placés deux petits trous a et a'; deux autres trous semblables b et b' seront creusés vers le milieu de chacune des barres fer et zinc. Ces trous serviront à loger les quatre soudures d'une pile thermo-électrique très sensible, les soudures paires étant dans les trous a et a', les soudures impaires dans les trous b et b'; nous appelerons B ce thermomètre. Le tout sera contenu dans un tube de verre de 3 ou 4 cm de diamètre parfaitement clos, de façon qu'on puisse faire, une fois pour toutes, un vide aussi parfait que possible à son intérieur. Les extrémités du tube donneront passage à deux fils de 3 à 4 mm de diamètre respectivement, en zinc et en fer, destinés aux communications extérieures, n'ayant que quelques millimètres de long à l'intérieur du tube; elles livreront passage aussi aux fils fins du thermomètre B

Cet appareil doit être placé dans l'enceinte dont on veut évaluer la température ainsi que le thermomètre C, dont nous avons appelé t les indications. Le mieux me paraît de constituer celui-ci par un couple thermo-électrique, dont une des soudures pourrait être placée dans un autre trou pratiqué dans la barre mixte fer-zinc.

Ayant disposé l'appareil dans le bain à température voulue, et les indications des thermomètres B et C étant invariables, on fera passer un courant intense (20 ampères, par exemple) dans la barre; à cause de sa grande section, l'effet Joule sera faible et, vu la disposition du thermomètre B, ses indications seront pratiquement indépendantes de cet effet, surtout si l'on donne aux deux barres des sections proportionnelles à leur résistivité; au contraire, le thermomètre B indiquera l'effet Peltier. On fera passer ce courant d'intensité mesurée I dans le sens où il y a destruction de chaleur à la soudure, et l'on compensera celle-ci par la création de chaleur que produira un courant d'intensité i, variable à volonté, circulant dans la spirale, ce qu'on reconnaitra à l'invariabilité des indications de B [1]. La mesure de i et de la différence de potentiel e aux extrémités de la spirale donnera la quantité de chaleur ei créée ainsi; on aura donc $\Pi I = ei$, ce qui fera connaître Π. On déterminera cette grandeur pour différentes températures indiquées par C, et l'on obtiendra ainsi $F(t)$.

D'autre part, il est très facile de mesurer pour chaque température t donnée par C la valeur de la force électromotrice du couple fer-zinc, dont la soudure en dehors du tube de verre sera maintenue à la température de la glace fondante; on obtiendra ainsi $f(t)$.

La précision me paraît pouvoir être suffisante pour donner de bonnes mesures, en se servant pour le thermomètre B d'un galvanomètre Broca. Le calcul indique que l'erreur maximum sera de 0°,5 vers la température absolue de 150°; elle pourra atteindre 1° et 1°,5 pour les températures absolues de 75° et 20°.

[1] *Journal de physique*. 1884, 2e série, t. III, p. 277.
[2] Stockholm, 1871.
[3] *Atti del R. Istituto Veneto*. 1879. 5e série, t. V.

[1] Pour mieux assurer cette compensation, il sera bon de creuser légèrement en son centre la face du zinc appliquée contre la face du fer à la soudure, de façon que le contact ait lieu par une couronne juste en face de la spirale et de même largeur qu'elle. La création et la destruction de chaleur se feront ainsi, d'une façon uniforme, presque dans la même section, et le thermomètre B ne donnera une indication invariable que si elles sont égales.

Il est probable que les mesures seront facilitées par la simplicité des fonctions $f(t)$ et $F(t)$, qui seront vraisemblablement bien représentées par des fonctions paraboliques d'un petit nombre de termes.

Il va sans dire qu'après avoir rapporté ainsi les indications du thermomètre *C* à celles de l'échelle absolue des températures, c'est ce thermomètre *C* qui sera employé dans les mesures courantes, par exemple, pour prendre les points d'ébullition de l'azote, de l'hydrogène, etc.

Sur l'application des équations de Lagrange aux phénomènes électrodynamiques. — Note de M. E. Carvallo, présentée par M. Sarrau (*Extrait*). — *Introduction.* — Pour déterminer le mouvement d'un système de circuits mobiles et les courants qui y circulent, Maxwell traite le système comme un système à liaisons et lui applique les équations de Lagrange (¹). L'expression adoptée pour l'énergie cinétique se compose de deux parties, la *force vive* proprement dite de la matière pondérable, puis la fonction des forces électrodynamiques qui constitue l'*énergie électrocinétique*. En conséquence, les forces électrodynamiques et les forces électromotrices d'induction seraient, non pas des *forces appliquées*, mais des *forces d'inertie*, et elles en ont en effet le caractère (²).

Cette théorie de Maxwell est encore peu répandue; M. Sarrau a constaté le fait dans une première note et cherché à y porter remède par une deuxième note (³).

Or, si l'on applique les équations de Lagrange à la roue de Barlow, elles donnent un résultat contraire à l'expérience. Je vais le montrer. (Suit la théorie pour laquelle nous renvoyons nos lecteurs aux *Comptes rendus*.)

Conclusions. — 1° L'expérience de la roue de Barlow montre que les équations de Lagrange ne sont pas toujours applicables aux phénomènes électrodynamiques, notamment dans le cas des conducteurs à deux ou trois dimensions.

2° Elle offre une grande analogie avec le roulement du cerceau.

3° Elle semble confirmer les deux principes, fondamentaux, et d'ailleurs corrélatifs, de Maxwell : *L'énergie d'un système de courants est une énergie cinétique; les forces électrodynamiques et les forces électromotrices d'induction sont les forces d'inertie.* Ce sont aussi les deux principes sur lesquels insiste M. Sarrau. Tout s'harmonise avec cette hypothèse, tout s'oppose à l'hypothèse contraire.

Sur la décharge disruptive dans les électrolytes. — Note de M. H. Bagard, présentée par M. Mascart. — Dans une Note présentée à l'Académie (15 avril dernier), MM. Broca et Turchini ont décrit des expériences qui leur ont permis d'observer des décharges disruptives au sein d'électrolytes très conducteurs.

Il me paraît donc utile de faire connaître un procédé général très simple qui donne infailliblement des étincelles dans les électrolytes, sans avoir recours aux moyens puissants dont disposaient ces physiciens.

Il importe, en premier lieu, de réduire autant que possible les deux surfaces des conducteurs métalliques entre lesquelles on cherche à faire passer la décharge sous forme d'étincelle dans le liquide. A cet effet, je forme l'excitateur de deux fils métalliques de 1 mm de diamètre, disposés horizontalement dans le prolongement l'un de l'autre, et que j'isole du liquide par une gaine épaisse d'un diélectrique solide tel que l'ébonite, jusqu'au voisinage immédiat des extrémités libres en regard; il n'est pas nécessaire de sceller les fils dans leurs enveloppes et l'on peut, sans inconvénient, les laisser dépasser sur une longueur de quelques dixièmes de millimètre.

En second lieu, il faut employer un des modes connus de la décharge dynamique. Je me sers, par exemple, de deux bouteilles de Leyde isolées, dont je relie les armatures internes respectivement aux deux pôles d'une machine électrique et aux deux branches d'un excitateur à boules ordinaire A, qui fonctionne dans l'air. Les armatures externes sont reliées directement aux branches de l'excitateur à liquide B. Ce dernier maintient, grâce à la conduction du liquide, l'égalité des potentiels de ces deux armatures, lors de leur charge qui est relativement lente. Mais, si l'excitateur A est réglé pour un potentiel explosif suffisant, lorsqu'une décharge des armatures internes se produit, la décharge brusque qui tend à se produire entre les armatures externes ne peut pas se faire par simple conduction électrolytique et une étincelle éclate à travers le diélectrique.

Au contraire, avec un excitateur présentant des surfaces métalliques plus grandes, non isolées du liquide, la décharge se produirait ici exclusivement par conduction, grâce à la grande section offerte par le liquide au flux électrique; d'autre part, même avec l'excitateur que j'ai décrit, une décharge non dynamique se ferait également par conduction électrolytique.

On voit que l'excitateur à liquide peut être placé dans un circuit indépendant. En modifiant la distance explosive en A, on obtient à volonté des étincelles grêles ou des étincelles nourries, très lumineuses et bruyantes dans le liquide. La distance explosive peut être portée à 3 mm et plus, dans les solutions les plus conductrices de sulfate de cuivre, d'acide sulfurique, etc. L'étincelle a une coloration qui dépend de la substance dissoute; par exemple, avec une solution d'acide sulfurique, on reconnaît la teinte qui caractérise une décharge à travers l'hydrogène.

On peut disposer deux excitateurs, l'un à air, l'autre à liquide, en dérivation sur le circuit de décharge et régler les distances explosives de façon à obtenir la décharge par les deux appareils à la fois, ou par l'un d'eux seulement. On peut aussi mettre en dérivation deux excitateurs à liquide et j'ai employé ce dernier dispositif pour

(¹) Maxwell, *Traité d'électricité*, t. II, p. 228 (édition française).
(²) E. Carvallo, *Théorie du monocycle et de la bicyclette. Journal de l'École polytechnique*, 2ᵉ série, VIᵉ et VIIᵉ cahiers.
(³) Sarrau, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 402 et 421, 26 août et 2 septembre 1901.

rechercher si la lumière, les radiations ultra-violettes et les rayons de Röntgen ont une influence sur le potentiel explosif dans l'eau distillée, d'abord, puis dans quelques solutions. Ces essais ne m'ont fourni aucune indication nette relativement à une influence de cette nature. Il est, du reste, très difficile de maintenir ces excitateurs à liquide dans des états déterminés; outre l'échauffement du liquide produit par une première décharge, d'autres troubles sont apportés par les petites bulles de gaz qui se dégagent, par les poussières qui peuvent flotter dans le liquide, par l'altération des extrémités des fils.

Enfin, si l'on substitue à l'action de la machine électrique celle d'une bobine d'induction, on obtient, naturellement, au lieu d'étincelles isolées dans le liquide, une série d'étincelles très rapprochées dont la fréquence peut être réglée à volonté.

Sur la radio-activité induite provoquée par des sels de radium. — Note de MM. P. Curie et A. Debierne, présentée par M. H. Becquerel. (Voy. les *Comptes rendus*).

Influence des substances radio-actives sur la luminescence des gaz. — Note de Alix de Hemptine, présentée par M. H. Becquerel. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur l'étincelle de l'excitateur de Hertz. — Note de M. C. Tissot, présentée par M. A. Cornu. — Au cours des recherches que nous avons poursuivies à l'effet de faire l'application des différentes formes de l'oscillateur hertzien à la télégraphie sans fil, nous avons été conduit à utiliser avec succès le dispositif de M. Blondlot. L'emploi de ce dispositif permet d'obtenir des communications aussi aisées et d'atteindre des portées comparables à celles que fournissent les autres. Il présente, entre autres avantages, celui de donner des périodes bien déterminées et faciles à faire varier à volonté.

Nous avons appliqué à la détermination de ces périodes le procédé du miroir tournant et le dispositif expérimental qui a été décrit précédemment [1]. L'emploi de la lentille cylindrique donne une grande finesse aux épreuves et permet d'effectuer avec précision la mesure des intervalles successifs.

L'examen micrométrique des épreuves montre que les images des étincelles successives ne sont pas rigoureusement équidistantes. Le premier intervalle est toujours nettement plus considérable que les autres. Les suivants vont en décroissant très légèrement, mais ne présentent entre eux que des différences très faibles. On ne saurait, toutefois, attribuer ces différences à l'imperfection des pointes ou à des erreurs accidentelles, car la même tendance se manifeste sur toutes les épreuves.

Le premier intervalle paraît dépendre nettement de la distance explosive et augmente avec elle.

Les distances des maximas suivants tendent rapidement

(1) *Comptes rendus*, mars 1901, p. 763.

vers une limite qui en est indépendante et caractéristique de la période du système : nous citerons, à titre d'exemples, les mesures suivantes relevées sur les épreuves A_1, A_2, B_1, B_2 obtenues avec un excitateur composé de deux boules de 3 cm de diamètre :

	A_1.	A_2.	B_1.	B_2.
Nombre de tours du miroir	450	405	435	410
Capacités en unités électrostatiques	480	480	900	900
Distance explosive en cm.	1	1,6	0,8	1,5
Grandeur des intervalles en centièmes de millimètre :				
1er	59,3	59,0	67,5	65,5
2e	55,5	53,2	65,4	62,5
3e	54,4	51,4	64,8	61,6
4e	54,0	50,7	64,2	60,8
5e	53,8	50,4	63,6	60,5
6e	53,6	49,8	»	59,8
Intervalle moyen (le premier excepté)	54,3	51,08	64,3	61,0
Rapport du premier intervalle à la moyenne	1,08	1,16	1,05	1,11
Période T en fraction de seconde	$0{,}57.10^{-6}$	$0{,}56.10^{-6}$	$0{,}68.10^{-6}$	$0{,}68.10^{-6}$

Toutes les épreuves qui ont été obtenues (au nombre de 150 environ) présentent les mêmes caractères. En prenant soin d'éliminer le premier intervalle pour faire le calcul des périodes, on obtient des nombres absolument concordants.

L'effet observé croît avec la distance explosive et paraît d'autant plus marqué que la capacité du système est plus faible. C'est ce qui explique qu'en opérant avec des capacités notables et de petites distances explosives on trouve des intervalles très sensiblement équidistants. Tel était le cas de nos premières expériences.

Le soufflage de l'étincelle, qui produit par ailleurs des effets particuliers, exagère le phénomène. Le résultat obtenu s'accorderait avec la théorie qui a été présentée par M. Swyngedauw [1]. On doit remarquer, toutefois, que les périodes réalisées ne sont pas absolument de l'ordre de grandeur de celles de l'excitateur hertzien proprement dit. Il s'interprète aisément par la variation de résistance de l'étincelle. La résistance subirait une variation notable de la première étincelle à la seconde, puis prendrait une valeur sensiblement constante.

M. Hemsalech a montré, en effet, qu'il existe une différence capitale entre la première étincelle d'une décharge oscillante et les suivantes. Dans la première apparaissent uniquement les raies de l'air tandis que les raies du métal apparaissent dans les autres.

Séance du 9 décembre 1901.

Influence des courants « vagabonds » sur le champ magnétique terrestre, à l'observatoire du Parc Saint-Maur. — Note de M. Th. Moureaux, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — Les appareils de variations magnétiques, modifiés par certains dispositifs que j'ai

(1) *Comptes rendus*, mars 1897, p. 556.



indiqués précédemment (¹), notamment par l'emploi d'amortisseurs, permettent d'obtenir, dans la zone d'action des tramways électriques à trolley, des courbes de la déclinaison et de la composante horizontale, où l'influence des courants *vagabonds* est notablement atténuée (²).

Il était nécessaire de rechercher si les courbes actuelles, assez réduites en épaisseur pour qu'il soit possible de les dépouiller, sinon avec toute la rigueur antérieure, au moins avec une certaine approximation, représentent fidèlement la marche diurne des éléments magnétiques.

(Suit les détails des expériences).

Il résulte de ces comparaisons que si les courbes magnétiques actuelles ont pu être ramenées à une finesse relative par l'emploi d'amortisseurs, le champ terrestre est néanmoins perturbé à l'observatoire du Parc Saint-Maur depuis l'établissement du réseau de tramways électriques à trolley de l'Est parisien, et les troubles se manifestent non seulement sur la variation diurne, mais encore sur la valeur absolue des éléments magnétiques.

Sur l'auscultation des orages lointains et sur l'étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique. — Note de M. Th. Tommasina, présentée par M. A. Cornu. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Séance publique annuelle du 16 décembre 1901.

Prix extraordinaire de six mille francs. — M. Tissot, lieutenant de vaisseau, pour ses travaux relatifs à l'utilisation de la télégraphie sans fil par la marine de l'État.

Prix Montyon. — La Commission accorde le prix Montyon de mécanique à M. Aimé Witz, à Lille, pour l'ensemble de ses travaux.

Prix Plumey. — La Commission du prix Plumey décerne le prix à M. le professeur Boulvin pour la publication comprenant tout le cycle de la mécanique appliquée de son enseignement à l'Université de Gand et plus particulièrement pour les applications que l'auteur a faites du diagramme entropique à la discussion des principales circonstances qui influent sur la marche et le rendement des machines à vapeur monocylindriques et polycylindriques.

PHYSIQUE.

Prix La Caze. — La Commission a décerné à l'unanimité le prix à M. Pierre Curie.

La découverte du radium a rendu célèbre dans le monde entier le nom de M. P. Curie, associé à celui de son éminente collaboratrice Mme Curie.

Deux ans après que l'on eut découvert le fait inattendu que l'uranium et ses composés émettaient des radiations d'une nature inconnue, traversant les corps opaques, impressionnant une plaque photographique et déchargeant à distance les corps électrisés, M. et Mme Curie, en recherchant la généralité de ce phénomène nouveau, observèrent que certains minerais sont plus actifs que l'uranium ou le thorium; ils eurent alors l'intuition de l'existence d'autres substances possédant à un plus haut degré les propriétés radiantes de l'uranium. Les résultats qu'ils obtinrent dépassèrent toutes les prévisions.

A la suite de nombreuses opérations chimiques dans lesquelles ils étaient guidés par les indications de l'électromètre, M. et Mme Curie parvinrent progressivement à préparer des matières dont l'activité atteignit plusieurs centaines de milliers de fois l'activité de l'uranium. Parmi ces substances, une seule jusqu'ici, le radium, est caractérisée par un spectre d'émission lumineuse et peut être regardée comme un corps nouveau. Pour d'autres la question n'est pas encore entièrement résolue. La préparation de substances extraordinairement actives a permis, soit à M. et Mme Curie, soit à divers expérimentateurs, d'étudier des propriétés nouvelles de la matière que le faible rayonnement de l'uranium eût été vraisemblablement beaucoup plus lent à manifester.

Ce beau travail n'est pas le seul que la Commission ait eu en vue dans la décision qu'elle a prise.

Depuis vingt ans M. P. Curie a publié divers travaux traitant des problèmes parfois très difficiles et qui, sans avoir eu le retentissement de la découverte du radium, font le plus grand honneur à la pénétration et à la sûreté de jugement de leur auteur.

Au premier rang il faut citer la découverte de la piezo-électricité faite en commun par M. Pierre Curie et par son frère, M. Jacques Curie. On savait depuis longtemps que deux corps pressés l'un contre l'autre emportent des charges électriques lorsqu'on les sépare; le phénomène découvert par MM. Curie est tout autre. Pendant la compression de certains cristaux suivant des directions déterminées, il se dégage sur les faces de ceux-ci des charges électriques : phénomène réversible intimement lié à la pyro-électricité, mais d'un ordre plus général et qui ne s'observe qu'avec des cristaux présentant une dissymétrie particulière.

Ces recherches ont conduit M. P. Curie à des études remarquables sur la symétrie dans les phénomènes physiques, études dans lesquelles se trouvent définis pour la première fois des genres particuliers de symétrie qui caractérisent un champ magnétique ou un champ électrique, et où l'auteur fait ressortir la nécessité de l'existence d'une dissymétrie déterminée pour que tel ou tel phénomène puisse se manifester.

On pourrait rappeler encore d'autres travaux : des réflexions très intéressantes sur la formation des cristaux et sur les constantes capillaires des diverses faces, des études sur le mouvement pendulaire amorti, sur l'équation réduite de Van der Waals, ainsi que l'invention d'appareils nouveaux.

Enfin l'on ne saurait omettre de mentionner tout particulièrement une belle série de recherches sur les propriétés magnétiques des corps à diverses températures, dans lesquelles, entre autres résultats, l'auteur reconnut que pour les corps faiblement magnétiques le coefficient d'aimantation varie en raison inverse de la température absolue.

La Commission, s'appuyant sur l'ensemble de ces travaux dont quelques-uns sont de premier ordre, a décerné à leur auteur, M. Pierre Curie, le prix La Caze (physique) pour l'année 1901.

Prix Gaston Planté. — M. P. Boucherot s'est consacré depuis 1890 à l'étude des courants alternatifs et des nombreuses questions qui se rattachent à leur emploi industriel; comme d'autres inventeurs, il s'est d'abord laissé séduire par les avantages que l'on pourrait tirer de la combinaison des

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 357.

(²) Depuis, les oscillations de la balance magnétique ont été amorties également, mais l'effet est beaucoup moins net, et les courbes de la composante verticale ne peuvent être dépouillées qu'après avoir été régularisées à la main. Comme les troubles causés par les courants des tramways ne sont pas symétriques sur l'axe de la courbe, la méthode du tracé moyen n'a qu'une valeur toute relative.

condensateurs avec les appareils producteurs et récepteurs de courants alternatifs; il a indiqué plusieurs applications intéressantes et nouvelles; malheureusement, des obstacles, les uns techniques, les autres économiques, se sont opposés jusqu'ici à l'emploi industriel des condensateurs; malgré les efforts de M. Boucherot et de ses successeurs, ils ne paraissent pas encore vaincus, et l'intérêt incontestable des recherches de M. Boucherot est plus théorique que pratique, dans l'état actuel de l'industrie.

Il a été plus heureux dans une autre voie; toujours guidé par une connaissance approfondie de la théorie, il a notablement perfectionné les moteurs d'induction, dits *asynchrones à champ tournant*, de la catégorie dite à *cage d'écureuil*, si répandus aujourd'hui grâce à leur robustesse et à la simplicité de leur construction; il a réussi à donner à ces appareils un couple notable de démarrage, sans les sacrifices exagérés de rendement, comme c'était le cas dans les appareils antérieurs, et ces moteurs ont été bien accueillis.

Deux autres questions préoccupent les exploitants de courants alternatifs. La première est celle du couplage des alternateurs, opération quelquefois très facile, mais qui avait présenté aussi des difficultés paraissant insurmontables dans d'autres cas; dans des mémoires qui remontent jusqu'à 1892, M. Boucherot fait connaître la cause de ces insuccès, qui dépendent autant du moteur à vapeur que de l'alternateur, et sont dus à la résonance électromécanique; une fois la cause mise en évidence, il est facile de remédier à ces inconvénients. La seconde est celle du compoundage des machines puissantes; il importe que la mise en marche de moteurs importants sur un réseau ne trouble pas la marche des autres moteurs ou de l'éclairage. Plusieurs solutions ont été proposées; une au moins de celles adoptées par M. Boucherot a reçu la sanction de l'expérience.

La Commission estime que les travaux et inventions de M. Boucherot sont dignes d'être récompensés par l'attribution du prix Planté.

Prix Kastner-Boursault. — Le prix Kastner-Boursault est destiné à l'auteur d'un travail sur les applications diverses de l'électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce. La Commission a pensé qu'elle pouvait l'attribuer à l'une des industries électrochimiques dont le développement toujours grandissant est une source de richesse pour notre pays.

Elle a choisi MM. H. Gall et de Montlaur pour leurs procédés de fabrication électrolytique des chlorates de potasse et de soude. Les lauréats sont les auteurs d'un procédé déjà ancien d'une quinzaine d'années, et, parmi leurs mérites, on peut compter celui d'avoir fondé la première usine électrochimique utilisant une des grandes sources des Alpes. On sait que, depuis lors, les grandes chutes d'eau ont attiré de nombreuses usines dans la Savoie et dans le Dauphiné.

Avant d'établir le procédé industriel en question, l'un des auteurs avait déjà pu se rendre compte de l'avantage des méthodes électrolytiques sur les méthodes purement chimiques dans des essais poursuivis en vue de l'extraction du brome des eaux mères des marais salants; il est même regrettable que ce procédé, recommandé depuis à l'étranger, n'ait pas été utilisé en France.

L'électrolyse de la solution aqueuse d'un chlorure alcalin donne, comme on le sait, le métal et de l'hydrogène à la cathode : du chlore et de l'oxygène à l'anode. Le métal, en présence de l'eau, se transforme en alcali caustique.

Si les divers éléments restent en présence, des réactions multiples peuvent prendre naissance. L'emploi d'une cathode en mercure, comme l'avaient fait Berzélius et H. Davy, permet de retirer le métal, procédé qui est devenu la base de méthodes industrielles; on peut, au contraire, favoriser l'action du chlore sur l'alcali et obtenir des chlorates et des perchlorates. C'est la réaction utilisée par MM. H. Gall et de Montlaur.

L'élévation de la température des bains, une distribution convenable des densités autour des électrodes, dont l'anode est en platine, assurent les réactions dans des conditions économiques. A l'origine de la fabrication, les électrodes étaient entourées de diaphragmes contenant des liquides de composition différente; plus tard, on s'est borné à protéger la cathode par de l'amiante ou par un dépôt d'hydrate de chaux. Les bains sont contenus dans des cuves en ciment armé. Le chlorate de potasse et le chlorate de soude, sels inégalement solubles, s'obtiennent par des méthodes un peu différentes. Nous ne saurions donner ici plus de détails sur les installations industrielles.

Après des essais faits en 1886, dans l'Oise, à Villers, les auteurs ont appliqué leur procédé en Suisse, à Vallorbe, utilisant 2000 chevaux de force; puis, en 1892, ils créèrent en France, à Saint-Michel-de-Maurienne, une usine employant 5000 chevaux de force.

Il y a quelques années encore, la totalité des chlorates était préparée par voie chimique pure et provenait, pour la plus grande partie, d'usines anglaises. Aujourd'hui, la production française annuelle atteint 6000 tonnes, et dans ce chiffre l'exploitation des procédés de MM. H. Gall et de Montlaur intervient pour la plus large part.

La Commission s'est appuyée sur ces beaux résultats pour décerner le prix à MM. H. Gall et de Montlaur, créateurs d'une industrie électrochimique aujourd'hui florissante.

PRIX A DÉCERNER

MÉCANIQUE

Prix Montyon (mécanique). — Ce *prix annuel*, d'une valeur de *sept cents francs*, est fondé en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles au progrès de l'agriculture, des arts mécaniques ou des sciences.

PHYSIQUE

Prix Hébert. — Ce prix annuel, d'une valeur de *mille francs*, est destiné à récompenser l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'électricité.

Prix Gaston Planté. — Ce *prix biennal* sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance annuelle de 1905.

Le prix est de *trois mille francs*.

Prix Hughes. — Ce *prix annuel* d'une valeur de *deux mille cinq cents francs*, est destiné à récompenser une découverte originale dans les Sciences physiques. Il sera décerné pour la première fois en 1905.

Prix Kastner-Boursault. — Ce *prix triennal*, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1904, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'électricité dans les arts, l'industrie et le commerce.

Téléphones de l'Industrie électrique :

Rédaction : Nos **812-89**.

Administration : Nos **704-44**

BIBLIOGRAPHIE

L'électricité à la maison, par A. Montpellier. *J.-B. Baillière et fils,* éditeurs. Paris, 1902.

Qu'il est déjà loin de nous le temps où M. Hospitalier publiait sous ce titre un des et un de ses premiers ouvrages sur l'électricité. L'idée était bonne, à ce qu'il parait, puisqu'elle est reprise ; et, en effet, bonne alors elle l'est encore aujourd'hui où, si nos connaissances se sont considérablement développées et si les livres se sont accumulés, le fatras des prétendus ouvrages de vulgarisation n'a pas fait pénétrer dans la masse du public des idées plus saines qu'à cette époque. Nous rendrons du moins cette justice et cet hommage à M. Montpellier qu'il s'est préoccupé de donner à ses lecteurs, si modestes qu'ils soient ou précisément parce qu'ils sont plus modestes, des notions justes et exactes qu'on cherche encore vainement dans des œuvres de plus haute envergure, de trop haute envergure, dirons-nous même, pour s'abaisser jusqu'à se faire bien comprendre.

Au demeurant, ce nouveau volume de la *Bibliothèque des connaissances utiles*, si la confection n'en a pas dû beaucoup amuser l'auteur, sera, par contre, certainement très apprécié des nombreux lecteurs sollicités par son titre et désireux de se familiariser un peu avec tous les engins, appareils et organes qui concourent aujourd'hui au confort et à l'agrément de la vie domestique.

Le grand nombre de figures dont il est parsemé ne sera pas son moindre attrait, l'image étant encore, dans ce monde profane et assez rebelle au travail, un des modes d'instruction les plus goûtés. — La table alphabétique de la fin, en permettant d'ouvrir le livre exactement à l'endroit cherché, contribuera beaucoup aussi au succès que nous lui souhaitons. E. B.

Practical Electric Railway Hand Book (Manuel pratique de traction électrique sur rails), par Herrick. — *Street Railway Publishing Company.* New-York, 1901.

Rien ne donne mieux idée de l'importance prise en Amérique par la traction électrique que la publication de ce manuel spécial, et, quand nous disons « manuel », il faut entendre bel et bien un de ces recueils de notes, tableaux, formules, renseignements, etc., de 400 pages très compactes, grand format de portefeuille, comme nous sommes aujourd'hui habitués à en voir pour toutes les branches importantes de la science de l'ingénieur, et comme on pourrait le concevoir pour toute l'électricité en général.

Nous ne nous amuserons pas à analyser tout ce qu'il renferme et nous nous contenterons de le signaler comme contenant la substance d'un ouvrage des plus complets sur la matière et bon à consulter et compulser par tous ceux qu'intéresse ce vaste sujet d'études. E. B.

La lampe à incandescence, par Léon Grininger. *Loubat et Cie*, éditeur. Paris, 1900.

Comme monographie de construction ou de réparation des lampes à incandescence, cette brochure est intéressante. Elle l'est moins, à mon sens, si elle a, comme elle le dit, la prétention de faire de chacun de nous un fabricant de ces lampes. A entendre l'auteur, après « tout le monde photographe » on aurait « tout le monde lampadifèvre ». Je ne vois cependant pas bien, par le temps qui court et avec la tendance générale à la division du travail féconde en résultats économiques, je ne vois pas bien, dis-je, le consommateur de lampes un peu important, la station centrale, par exemple, se mettant à fabriquer elle-même ses lampes à incandescence. Je doute qu'au prix où ces lampes sont tombées, en même temps d'ailleurs que leur qualité, je doute qu'on ait un avantage quelconque à faire école et à s'approvisionner soi-même de ce délicat petit appareil qui exige tant de soins et des ouvriers si habiles dans la confection de chacun des éléments très différents dont il se compose. Il est, en tout cas, un facteur avec lequel il faudrait compter dans le prix de revient; c'est le coût de la brochure qui livre au vulgaire ces précieuses instructions. Si bien parée qu'elle soit, ornée de nombreuses figures, gentiment brochée, etc., elle contient en somme peu de matières et son prix de 10 fr semble devoir faire revenir la lampe bien réussie à un prix voisin de celui des premiers âges de l'incandescence. Puissions-nous nous tromper! E. B.

Les applications pratiques des ondes électriques, par A. Turpain. — *C. Naud*, éditeur. Paris, 1902.

La librairie Naud se signale depuis quelque temps par une heureuse série de productions qu'il est toujours agréable d'avoir à annoncer. Ainsi que le fait prévoir son titre, celle-ci se distingue tout particulièrement par son caractère essentiellement pratique, au moins dans sa première partie. Les conditions très mystérieuses encore de la production et de l'utilisation des ondes électriques, les nombreuses recherches qu'elles ont provoquées, les discussions auxquelles elles ont donné lieu avaient enfanté jusqu'ici des ouvrages plus de haute science que de portée immédiatement pratique ; aussi devons-nous savoir gré à M. Turpain d'en avoir tout d'abord dégagé les applications qui y sont disséminées comme matières d'études, pour les réunir « en marquant à quel point se trouve chacune d'elles ». Il a ainsi permis au lecteur plus curieux que savant de se familiariser avec la pratique de ces ondes, sans la fatigue pouvant résulter de l'exposé de discussions approfondies ou de l'étude de dispositifs com-

pliqués. Dans cet ordre d'idées il s'est surtout appesanti sur l'examen de certains appareils fondamentaux dont le bon fonctionnement est un des éléments essentiels des applications visées. — Son livre, à ce point de vue, intéressera vivement le public désireux de s'initier à tout ce que peut récéler comme avenir la mémorable découverte de Hertz.

Non content cependant de cette œuvre de vulgarisation de bon aloi, il donne aussi satisfaction, dans un long appendice qui en constitue la partie technique, au lecteur désireux de pénétrer plus avant les questions en quelque sorte posées dans le corps même de l'ouvrage, telles que : « descriptions détaillées des plus récents brevets, manières diverses d'envisager le fonctionnement des radioconducteurs, utilité et rôle des antennes en télégraphie sans fil, discussion des diverses solutions proposées au problème de la syntonisation, application des dispositifs de la télégraphie sans fil à la commande à distance, à la prévision des orages, etc. ».

Comme tous les ouvrages bien faits, celui-ci met et laisse au point, à sa date, la question étudiée. Il est et restera un utile jalon sur la voie nouvellement ouverte aux investigations des savants. — Soigneusement, pour ne pas dire luxueusement, édité d'ailleurs, il s'offre agréablement aux amateurs. E. B.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 10 décembre 1901.

Présents : MM. *Azaria, Bénard, Berne, Boistel, Chaussenot, Eschwège, Geoffroy, Journet, Laffargue, Larnaude, De Loménie, Meyer-May, Mildé, Portevin, Radiguet, Ribourt, E. Sartiaux, De Tavernier et Violet.*

Excusés : MM. *Bancelin, Clémançon, Vedovelli et Zetter.*

Admissions. — M. Parvillée (Louis), administrateur délégué de la Société des anciens établissements Parvillée et Cie, 29, rue Gauthey, à Paris (XVIIe). — M. Teisset (Jules), de la maison Teisset, Ve Brault et Chapron, constructeurs-mécaniciens, 17, rue Gaillon, à Paris (IIe).

Projet de tarif douanier allemand. — M. le Président rend compte que la Commission des douanes a examiné le projet de tarif douanier allemand pour ce qui intéresse l'industrie électrique, et dont elle a été saisie par l'Office national du Commerce extérieur. M. le Président donne ensuite lecture du rapport préparé par M. Chaussenot sur cette question. La Chambre décide de publier ce rapport dans le bulletin et d'en envoyer une copie à M. le Président du Comité de direction de l'Office national du Commerce extérieur en réponse à sa communication du mois de septembre.

Commissions permanentes. — M. le Président donne connaissance de la répartition des cinq commissions permanentes, avec les noms des membres adhérents du Syndicat qui se sont fait inscrire dans chacune d'elles. Sur la proposition de MM. Boistel, de Loménie, et de divers membres présents, la Chambre décide de désigner ces Commissions ainsi qu'il suit :

1re *Commission.* — Constructions (1);

2e *Commission.* — Installations, distributions, utilisation de l'énergie. — Éclairage;

3e *Commission.* — Canalisations, fils et câbles;

4e *Commission.* — Téléphonie, télégraphie, appareillage, appareils de mesures, applications diverses;

5e *Commission.* — Questions administratives et économiques.

Sur la proposition de M. Chaussenot, la Chambre décide que les réunions de ces Commissions auront lieu à dates fixes arrêtées par le bureau et publiées dans le bulletin.

Fixation de la réunion de l'Assemblée générale. — La Chambre décide de renvoyer cette question à l'examen de la séance du mois de janvier.

Affaires diverses. — 1° M. le Président donne communication de la lettre ci-après de M. le Sous-Secrétaire d'État des postes et des télégraphes.

Monsieur le Président,

Comme suite à notre entretien du 11 octobre dernier, j'ai l'honneur de vous transmettre les renseignements complémentaires ci-après au sujet des questions sur lesquelles vous avez bien voulu attirer mon attention. Vous m'avez fait observer, en ce qui concerne les adjudications d'appareils téléphoniques, que l'exiguïté des délais de livraison mentionnés aux cahiers des charges équivalait pour les petits constructeurs, à une interdiction de prendre part à ces adjudications. Afin de donner satisfaction sur ce point à tous les intéressés, il sera tenu compte, dans la mesure du possible, du désir que vous avez exprimé de voir augmenter ces délais.

Vous avez bien voulu me demander d'autre part, quel était l'intérêt qui s'attachait à l'adoption d'un type unique. Or, en principe, les efforts constants de mon administration ont toujours eu pour but l'unification du matériel; en particulier, si on considère que la pose et l'entretien des appareils téléphoniques d'abonnés sont effectués par les soins du personnel ouvrier de l'administration, l'adoption d'un type unique de transmetteurs et de récepteurs s'imposait. C'était le seul moyen de réduire les dépenses et d'arriver à diminuer le prix des abonnements. Ce type unique, dont le modèle a été constitué par les soins de l'administration sert de base aux adjudications, et tous les industriels qui s'occupent de la fabrication d'appareils téléphoniques ont la faculté de prendre part à ces fournitures, car il est remis à chacun des adjudicataires, en vue de l'exécution de ces fournitures, un spécimen de l'appareil en même temps que les dessins cotés des divers organes qui le constituent.

Enfin, en ce qui concerne l'éventualité d'une dérogation aux dispositions du décret du 7 mai 1901, tendant à laisser aux abonnés des réseaux à conversations taxées le libre choix entre la fourniture gratuite des appareils par l'État, ou l'acquisition de ces appareils à leurs frais, moyennant réduction du taux des abonnements, la question, qui est très complexe, a été mise à l'étude. Dès qu'une solution sur ce dernier point sera intervenue, je m'empresserai d'ailleurs de vous en aviser.

Agréez, etc.

Le Sous-Secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes,
Pour le Sous-Secrétaire d'État et par autorisation,
Le directeur du Matériel et de la Construction,
Barbarat.

M. E. Sartiaux rend compte de l'état de la souscription et des négociations relatives à l'érection du monument Gramme.

(1) Cette Commission comprend les appareils générateurs, transformateurs et utilisateurs de l'énergie électrique.

M. le Président donne lecture d'une lettre qu'il a reçue du Ministère des Colonies relativement à l'Exposition qui aura lieu à Hanoï en 1902. Les membres adhérents du Syndicat pourront prendre communication des documents que vise cette lettre, au siège social, 11, rue Saint-Lazare.

M. le Président communique une lettre de M. Bénard proposant de créer une série de prix spéciale pour l'électricité d'accord avec les autres syndicats intéressés. La Chambre renvoie cette question à l'examen de sa Commission compétente.

M. le Président fait connaître qu'une Exposition s'ouvrira à Lille (Nord) en 1902 et qu'elle comprendra un groupe relatif à l'industrie électrique.

ANNEXE

RAPPORT DE M. CHAUSSENOT SUR LE PROJET DE TARIF DOUANIER ALLEMAND

Messieurs,

Vous avez renvoyé à votre Commission des douanes le projet de tarif allemand pour les appareils électro-techniques que l'Office national du Commerce extérieur vous avait adressé à titre de renseignement; nous venons vous rendre compte du résultat de l'examen que nous en avons fait.

Nous vous rappellerons tout d'abord que le tarif dont il s'agit n'est qu'un simple projet dressé par l'administration allemande et ne pouvant avoir de valeur qu'après qu'il aura été ratifié par le vote du Conseil fédéral puis du Reichstag. Or, vous n'ignorez pas qu'en ce moment même de graves discussions sont engagées à ce sujet et il est à prévoir que le Reichstag ne l'approuvera, s'il l'approuve, qu'avec des modifications notables. Dans ces conditions que deviendront les taxes des articles qui nous intéressent, il est difficile de le prévoir.

En second lieu, et en admettant qu'il soit définitivement voté, avec ou sans modification, il ne pourrait être appliqué aux produits français qu'à partir du 1er janvier 1903, puisque le traité actuel ne prend fin qu'à cette date.

Enfin, les prix qui sont indiqués constituent le tarif général servant de base pour les négociations entre les puissances; mais les conventions réduisent le plus souvent les prix, tout au moins pour un certain nombre d'articles, et le projet actuel ne peut donner aucune indication sur ce point qui cependant est d'un grand intérêt.

Il ne nous a donc pas paru utile, en ce moment du moins, de faire une étude complète, réservant ce travail pour l'époque où le tarif sera définitivement établi et prêt à être mis en vigueur.

Néanmoins, et ne fut-ce qu'à titre de simple renseignement, nous avons pensé qu'il pouvait être intéressant de comparer le tarif projeté avec le tarif actuel.

On remarque tout d'abord que tandis que le tarif actuel ne donne aucune spécification pour le matériel électrique, ce qui oblige à taxer les produits par analogie et occasionne de fréquentes difficultés avec les services de douane, le projet actuel, tenant compte de l'importance prise par notre industrie, lui a réservé une place spéciale en groupant ses produits dans six articles (n° 907 à 912 inclus).

C'est ainsi que les dynamos, moteurs, etc., qui se taxaient comme machines non dénommées, forment l'article 907; les plaques d'accumulateurs qu'on taxait, par assimilation, comme ouvrages fins en plomb sont groupés dans l'article 908, etc. Il est à remarquer que les pièces séparées qui, au tarif actuel, et au tarif français suivent en général un régime plus élevé, sont portées au projet allemand dans le même article que les machines ou appareils complets de même nature. On pourrait toutefois critiquer un groupement trop resserré pour certaines catégories d'objets, notamment à l'article 912. La taxe unique, calculée sur le poids, est peut-être avantageuse pour certains objets de faible poids et d'une valeur relativement importante, comme, par exemple, les appareils médicaux, téléphoniques, etc., tandis qu'elle charge lourdement d'autres objets plus lourds et de valeur moindre, tels que les rhéostats, appareillage ordinaire, etc.; mais c'est là une question de détail, dont l'examen viendra ultérieurement, lors d'une étude plus complète. En ce qui concerne les prix, ainsi que nous l'avons expliqué, le moment ne semble pas venu de les examiner puisqu'ils ne sont pas définitivement arrêtés, mais on peut cependant constater dès maintenant la tendance à une réduction sur les taux actuels.

L'Allemagne semble disposée à laisser plus facilement pénétrer chez elle les produits de notre industrie, et à première vue le tarif projeté semblerait avantageux pour nous, mais il faut y prendre garde et n'accepter ces avances qu'avec circonspection.

Il est certain que dans le cours de l'année prochaine des négociations seront entamées pour régler les conditions des transactions commerciales à l'expiration du traité en vigueur, c'est-à-dire à partir du 1er janvier 1903; et il n'est pas douteux qu'en échange des facilités qu'elle offre, l'Allemagne ne cherche pas à obtenir des avantages équivalents pour ses produits. Or, si l'industrie allemande, pour les appareils et machines électriques, en raison de l'importance qu'elle a prise, des conditions favorables de la main-d'œuvre, etc., ne craint pas chez elle la concurrence des produits français, il nous paraît que la réciproque n'est pas vraie et notre industrie malgré l'extension qu'elle a prise, a besoin d'être protégée.

La concurrence étrangère déjà très active avec le tarif actuel permettrait, en cas d'abaissement des prix, aux produits étrangers d'envahir notre marché et placerait nos fabricants, qui ne peuvent produire dans des conditions aussi économiques, dans une situation très fâcheuse.

Notre Syndicat devra donc surveiller de près la question et lorsque les pouvoirs publics prépareront les tarifs nouveaux, agir avec la plus grande énergie et combiner ses efforts avec les autres syndicats ayant les mêmes intérêts, pour assurer une protection efficace à nos industriels.

Projet de tarif douanier allemand.

Numéros d'ordre.	B. Appareils électrotechniques.	Droits par 100 kg. Marks.	Francs.
907.	Dynamos, électro-moteurs, commutatrices, ainsi que les armatures et collecteurs tous finis, transformateurs et bobines modératrices.		
	Pour un poids net de l'unité :		
	De 5 doubles quintaux ou au-dessous	9	11,25
	Au-dessus de 5 à 30 doubles quintaux	7	8,75
	Au-dessus de 30 doubles quintaux	6	7,50
	Remarque. — Les machines reliées à demeure à une dynamo-générateur ou à un moteur sont assujetties aux droits de douane suivant les taux de la subdivision A.		
908.	Accumulateurs électriques et leurs plaques de rechange (électrodes).		
	Sans adjonction de celluloïd ou de caoutchouc durci	6	7,50
	Avec adjonction de celluloïd ou de caoutchouc durci	24	30
909.	Câbles pour la canalisation de courants électriques et, en raison d'enveloppes protectrices de métal en forme de garnitures, de fouilles, de fils, de rubans ou sous d'autres aspects analogues rendus propres à l'immersion dans l'eau ou à la pose dans le sol	8	10
910.	Lampes à arc	40	50
	Armatures complètes pour lampes à arc avec adjonction de globes de verre, ces derniers aussi avec treillis	20	25
911.	Lampes électriques à incandescence	120	150
912.	Appareils de télégraphie électrique, téléphonie, appareils électriques d'éclairage, de transmis-		

sion de force ou d'électrolyse, appareils à l'usage des médecins ou dentistes, appareils de mesure, compteurs, enregistreurs électriques, résistances, dérivations, éléments galvaniques secs et thermo-électriques, autres appareils d'électricité parties constitutives de tels objets. 60 75

Remarque. — Pour la tarification des appareils électrotechniques, la nature et la composition des matières n'ont aucun rôle déterminant.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. JOSSE, *17, boulevard de la Madeleine, Paris.*

311 413. — **Batten.** — *Perfectionnements dans un appareil pour obtenir des courants électriques directs de sources électriques de courant alternatif* (1er juin 1901).

311 416. — **Joel.** — *Perfectionnements dans les machines dynamo-électriques et les moteurs* (3 juin 1901).

311 425. — **Société Schneider et Cie.** — *Perfectionnements aux machines dynamo-électriques* (3 juin 1901).

311 388. — **Borel.** — *Nouveau procédé de fabrication des câbles électriques souterrains pour transport de force ou éclairage électrique* (1er juin 1901).

311 392. — **De Kando.** — *Conjoncteur-commutateur hydraulique ou pneumatique et appareil pour son actionnement* (1er juin 1901).

311 394. — **Thomas.** — *Système d'amortisseur protégeant les enroulements d'appareils électriques* (1er juin 1901).

311 395. — **Perkins.** — *Perfectionnements apportés aux rhéostats* (1er juin 1901).

311 402. — **De Irazu y Miner.** — *Appareil limitateur électro-thermique d'oscillation et d'extinction, pour courants continus et alternatifs* (1er juin 1901).

311 409. — **Compagnie générale de constructions électriques.** — *Commutateur électrique* (1er juin 1901).

311 518. — **Schaufelberger.** — *Coupe-circuit de sûreté* (5 juin 1901).

311 462. — **Jones.** — *Système perfectionné de lampe à arc* (4 juin 1901).

311 597. — **Holaubeck (Mme) et Piorecki.** — *Appareil permettant de reproduire automatiquement la parole sous forme d'écriture* (22 avril 1901).

311 654. — **Forkarth et Brettschneider.** — *Procédé électro-mécanique relatif à la télégraphie de l'écriture et des images* (11 juin 1901).

311 659. — **Littlefield.** — *Système perfectionné de télégraphe imprimant* (11 juin 1901).

311 571. — **Nodon.** — *Perfectionnements aux trieurs de phases électrolytiques pour courants alternatifs et à leur mode de montage* (7 juin 1901).

311 598. — **Battle y Hernandez et Bueno y Oliver.** — *Compteur d'énergie électrique* (26 avril 1901).

311 618. — **Raphael.** — *Procédé pour empêcher l'humidité de pénétrer dans des objets en amiante et pour augmenter leur puissance réfractaire* (10 juin 1901).

311 650. — **Kingsland.** — *Perfectionnements apportés aux commutateurs électriques à mouvements intermittents* (10 juin 1901).

311 569. — **Kielpinski.** — *Dispositif d'alarme fonctionnant par interruption du courant* (7 juin 1901).

311 626. — **Larat.** — *Appareil de chauffage électrique* (10 juin 1901).

311 629. — **Tesla.** — *Perfectionnements à l'utilisation des variations ou changements d'état électriques ou d'ordres vibratoires similaires transmis à travers les milieux naturels, et appareils pour leur mise à exécution* (10 juin 1901).

311 695. — **Société Ch. Mildé et Cie.** — *Poste micro-téléphonique à usages multiples* (12 juin 1901).

311 727. — **De Beuze.** — *Perfectionnement au télégraphe de Hugues, permettant de doubler l'effet utile de la ligne dit « Duplex-diplex de Beuze »* (11 avril 1901).

311 743. — **Degray.** — *Appareil permettant de charger les accumulateurs, dit : « Rhéostat omnibus »* (10 juin 1901).

311 756. — **Neu.** — *Dispositif de freinage pour moteur électrique sur courant alternatif monophasé* (8 juin 1901).

311 679. — **Compagnie générale de constructions électriques.** — *Nouveau système de contact électrique* (11 juin 1901).

311 694. — **Société Ch. Mildé fils et Cie et M. Courtant.** — *Interrupteur pour circuits électriques* (12 juin 1901).

311 701. — **Saldana.** — *Nouveau compteur de courant électrique* (12 juin 1901).

311 777. — **Hospitalier.** — *Ondographe ou cymatographe* (14 juin 1901).

311 823. — **Firme H. Kottgen et Cie.** — *Isolateur spécialement destiné aux conducteurs électriques à haute tension* (17 juin 1901).

311 672. — **Ducousso.** — *Appareil électrique d'appel à distance* (11 juin 1901).

311 706. — **Biden.** — *Perfectionnements apportés aux mécanismes électro-magnétiques pour sonneries de cloches* (12 juin 1901).

311 729. — **Société française des électrodes.** — *Perfectionnements aux électrodes* (6 juin 1901).

311 881. — **Gouin.** — *Perfectionnements aux électrodes de piles secondaires* (18 juin 1901).

311 928. — **Chaplet.** — *Perfectionnements aux piles électriques* (19 juin 1901).

311 930. — **Gehre.** — *Perfectionnements dans les commutateurs pour les compartiments des batteries d'accumulateurs électriques* (19 juin 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon. — Les actionnaires de cette Compagnie se sont réunis en Assemblée générale à Lyon, le 22 avril 1901, sous la présidence de M. Jules Cambefort, assisté comme scrutateurs de MM. Chapuis et Piaton ce dernier liquidateur de la Compagnie des tramways d'Écully, qui étaient les deux plus forts actionnaires présents.

Du rapport du Conseil d'administration il faut noter les causes des conditions peu favorables dans lesquelles a été parcouru le dernier exercice : la hausse des charbons, la grève du personnel, l'accident de chaudière à l'usine, qui

dans leur ensemble ont fait subir à la Société une perte d'environ 180 000 fr. Ces mécomptes, c'est certain, ne présentent qu'un caractère temporaire, mais d'autre part le cahier des charges présente un inconvénient tant soit peu préjudiciable à l'amélioration du coefficient d'exploitation, car il faut considérer que sur 60 millions de voyageurs transportés, un quart environ, soit 15 millions ne paient rien en vertu de la correspondance gratuite, et il a donc fallu toute l'attention et toute la science des dirigeants pour que le coefficient urbain ne dépassât pas 70 pour 100 et le suburbain 90 pour 100.

Au sujet de ce dernier réseau suburbain, on appréciera la décision du Conseil d'administration, qui, en présence du résultat, quelque peu faible, a renoncé au programme d'extension et a retiré ses demandes en concession concernant le prolongement de Champagne à Limonest et de Vaise à Saint-Rambert; au nom de la Compagnie, il a également abandonné le projet de création d'une nouvelle ligne entre la Croix-Rousse et Perrache, qui en somme aurait fait concurrence aux lignes déjà existantes et pour cette raison les pourparlers pour le rachat du funiculaire de la Croix-Rousse n'ont pas été continués.

L'exploitation générale du réseau a donné comme recettes totales 5 519 079,55 fr, en plus-value de 384 334,80 fr sur celles de l'année 1899; mais les dépenses qui atteignent 4 057 124,95 fr, sont elles-mêmes en augmentation de 570 178,70 fr, ce qui donne une moins-value dans les bénéfices de l'exploitation d'une année à l'autre de 185 843,90 fr. Nous avons parlé plus haut des causes de cette moins-value, qui, nous l'avons dit, présentent fort heureusement un caractère exceptionnel.

En dehors de la question de la houille, qui pour l'exercice actuel est moins déprimante, ainsi que des accidents de chaudière et de la perturbation des grèves, il convient de signaler que la redevance de 10 pour 100 à payer à la Ville de Lyon, par suite de la transformation de la traction et de la prolongation de la concession, figure pour la première fois dans les dépenses d'exploitation. C'est ce qui explique en grande partie l'augmentation de celles-ci. Cette redevance a été décomptée à partir du 7 décembre 1899, date de la promulgation du décret, et s'est élevée à 148 488,20 fr.

Voici maintenant quelques renseignements intéressants au sujet des résultats des diverses parties de l'exploitation :

Sur la ligne d'Oullins à Saint-Genis-Laval, le bénéfice est de 110 552,25 fr, en diminution de 48 783,60 fr sur 1899.

Il y a d'une part, une augmentation de dépenses de 12 353,25 fr, et de l'autre, diminution de recettes de 36 450,35 fr, résultant des réductions de tarifs supportées sur la section d'Oullins, pendant l'année entière, tandis qu'elles n'avaient été appliquées en 1899 qu'à partir du 1er août, et sur la section de Saint-Genis-Laval, à dater du 1er avril 1900.

La ligne de Saint-Fons a donné un bénéfice de 83 951,60 fr, ce qui présente une moins-value de 14 880,25 fr sur 1899. Ce chiffre correspond à une augmentation de recettes de 5 006,15 fr, à déduire d'une augmentation de dépenses de 19 886,40 fr, qui doit être attribuée aux causes générales indiquées pour le réseau central.

Le réseau d'Ecully a donné comme recettes 244 139,80 fr, mais les dépenses se sont élevées à 282 402,65 fr. Les frais de traction ont été très onéreux par suite de l'élévation des salaires, de l'entretien des moteurs et du coût de la voie. L'élargissement de la voie du Pont d'Écully-Trois-Renards et la production d'énergie donnée par l'usine de la rue d'Alsace, permettent d'espérer pour cette année et les suivantes une amélioration notable dans les résultats.

Le service des Cars-Ripert, supprimé depuis le 1er avril 1900, a encore laissé une perte de 7 858,80 fr, portée à 8 921,20 fr par les résultats du service des locations et camionnage.

Le bénéfice de l'exercice écoulé s'est élevé à 959 732 fr dont on a fait l'emploi suivant :

Réserve statutaire	47 683,07 fr.
Réserve pour amortissement des actions	50 000,00
Dividende de 35 fr par action	756 000,00
Prélèvement statutaire	31 597,85
Fonds de réserve spécial	72 000,00
A reporter	2 451,42
Total	959 732,34 fr.
La réserve statutaire s'élève à	594 249,03 fr.
La réserve pour l'amortissement des actions à	550 000,00
Le fonds de réserve spécial à	510 725,95
Total des réserves	1 654 972,98 fr.

Nous reproduisons ci-dessous le bilan de la Compagnie au 31 décembre 1900 :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1900

Actif.

Compte de premier établissement :		
Immeubles et constructions	1 729 216,17	
Voies	5 602 140,05	
Matériel et mobilier	1 608 628,91	
Dépenses effectuées au 31 décembre pour l'établissement de la traction électrique sur l'ensemble du réseau	14 031 119,74	
Voies nouvelles	572 686,50	
Renouvellement des anciennes voies	125 087,80	
Dépenses nécessitées par la fusion avec les Compagnies d'Ecully et du funiculaire de la Croix-Rousse	30 373,30	
Transformation de la traction	1 389 421,40	
		25 097 673,87 fr.
Approvisionnements :		
Matériel de la voie	379 862,92	
Magasins des Charpennes	12 614,65	
Magasins des ateliers et des dépôts affectés à la traction électrique	508 102,55	
		909 580,02
Caisse et banquiers	655 089,85	
Portefeuille	545 685,40	
Obligations à la souche	740 145,00	
		1 940 920,25
Cautionnements		70 600,00
Comptes courants débiteurs		7 200,00
Comptes d'ordre		481 752,50
Apports de la Compagnie d'Ecully		1 500 000,00
Acompte sur le dividende de l'exercice courant		324 000,00
Total		30 322 726,64 fr.

Passif.

Capital :		
10000 actions libérées de 500 fr	5 000 000,00	
10000 actions nouvelles libérées de 500 fr	5 000 000,00	
1600 actions libérées de 500 fr	800 000,00	
Emprunts :		
18 446 obligations de 300 fr 3,5 p. 100	5 533 800,00	
18 157 obligations de 300 fr 4 p. 100	5 447 100,00	
4020 obligations amorties 4 p. 100	1 206 000,00	
151 obligations amorties 3,5 p. 100	45 300,00	
		23 032 200,00
Prime provenant de l'émission de 10 000 actions en juillet 1896		3 250 000,00
Prime provenant de l'émission de 1600 actions en représentation des apports de la Compagnie du tramway d'Ecully		800 000,90
Réserves :		
Réserve statutaire	546 565,96	
Réserve pour amortissement des actions	500 000,00	
Réserve spéciale pour éventualités diverses	458 723,95	
		1 485 289,91
Cautionnements déposés par les agents		162 639,80
Traites à payer		4 294,95
Obligations et coupons à payer		82 229,48
Comptes-courants créditeurs		546 340,16
Profits et pertes. Solde créditeur		959 732,34
Total		30 322 726,64 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

47 210. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 242. 25 Janvier 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Distinctions honorifiques. — Nous publions avec plaisir les nominations suivantes dans l'ordre national de la Légion d'honneur, *au grade de chevalier* :

M. *Bernheim* (Edmond-Jacques), ingénieur des arts et manufactures. Administrateur de la Société industrielle des téléphones. Vice-président du syndicat professionnel des usines d'électricité. Titres exceptionnels : a pris une part considérable aux Expositions internationales de Lyon, Amsterdam et Rouen. A contribué dans une large mesure au développement des applications industrielles de l'électricité.

M. *Ringelmann* (Maximilien), professeur à l'Institut national agronomique. Directeur de la station d'essais des machines agricoles à Paris. Secrétaire de la 1re division (appareils moteurs) et membre du jury du Concours national d'appareils à alcool; vingt et un ans de services.

M. *Trillat* (Jean-Joseph-Auguste), ingénieur chimiste. Directeur du service d'analyse et de chimie appliquée à l'Institut Pasteur de Paris. Lauréat de l'Académie de médecine. Titres exceptionnels : missions à l'étranger. S'est occupé très activement de la recherche des nouveaux dénaturants de l'alcool. Membre du jury au Concours national d'appareils à alcool.

M. *Brillouin* (Louis-Marcel), professeur au Collège de France, ancien maître de conférences à l'École normale supérieure; vingt-sept ans de services.

Sur l'isolement des câbles. — La quatrième section du Comité de la Société internationale des électriciens, présidée par M. E. Sartiaux, a étudié les conditions techniques à déterminer pour la fabrication et la réception des câbles utilisés dans les distributions d'énergie électrique. Pour faciliter son étude, elle a rédigé et transmis à un certain nombre d'ingénieurs et de constructeurs électriciens un questionnaire auquel il a été fait un certain nombre de réponses par les intéressés : l'examen de ces réponses a permis d'établir les conclusions et propositions suivantes qui serviront de base à la discussion qui se fera aux séances du Comité qui ont lieu au siège de la Société, 14, rue de Staël, le premier mardi de chaque mois, à cinq heures :

« Les considérations d'ordre mécanique, ainsi que la composition des divers éléments d'un câble : nombre et nature des fils composant le ou les conducteurs, épaisseur et spécification des matières isolantes à employer, nature et dimensions des armatures, varient avec chaque cas particulier et suivant les conditions de fonctionnement et d'installation.

« Tous les points ci-dessus sont à régler d'accord avec le constructeur.

« Au point de vue électrique, les câbles doivent satisfaire à certaines conditions résumées ci-après :

« Les câbles, étant divisés en trois catégories principales suivant la tension de fonctionnement, doivent avoir un isolement linéaire minimum de :

700 mégohms-kilomètre	jusqu'à.....	1 000 volts.
3000 —	—	4 000 —
6000 —	—	10 000 —

« Après pose, les résistances d'isolement des câbles, y compris les raccords, doivent être au minimum le tiers des valeurs ci-dessus.

« En dehors des mesures de résistance d'isolement linéaire, il y a lieu de demander au constructeur des essais de résistance à la rupture du diélectrique, soit à l'usine, soit après pose.

« Dans le premier cas, on adoptera une tension alternative efficace double de la tension de fonctionnement à l'usine.

« Cette tension sera aussi bien appliquée entre conducteurs qu'entre conducteurs et armatures.

« Pour les essais après pose, on adoptera une tension alternative efficace qui sera la tension de service majorée de 25 pour 100.

« Les indications qui précèdent s'entendent à la fois pour installations à courant continu et alternatif ».

Une nouvelle exploitation. — Nous appelons l'attention de nos lecteurs sur la petite escroquerie auquel essaie de se livrer actuellement l'un de ces nombreux aigrefins dont Paris pullule. Ce personnage adresse aux personnes qui ont pris un brevet *personnellement*, c'est-à-dire sans l'intermédiaire d'une agence, un diplôme superbe accompagné de la circulaire suivante :

« M. ...,

« La *Revue X*... a l'honneur de vous adresser, en même temps que la présente, un diplôme commémoratif au sujet de votre nouvelle invention.

« En vous dédiant ce diplôme commémoratif, notre Administration a pour but de perpétuer le nom de tous ceux qui, à un titre quelconque et parfois au prix de labeurs immenses, se sont rendus utiles au progrès de la science, de l'industrie, du commerce et de l'agriculture, en cherchant, par de nouveaux procédés, à donner aux produits français une supériorité incontestable.

« C'est surtout au lendemain de notre grande Exposition universelle de 1900 qu'il nous a semblé utile de faire connaître et d'encourager les hommes de progrès et de travail.

« Dans l'espoir que vous voudrez bien faire un accueil favorable à notre envoi, veuillez agréer, M , l'assurance de notre considération la plus distinguée.

Le directeur :
Y....

« *Nota.* — Tout adhérent au diplôme commémoratif aura droit gratuitement :

« A quatre insertions de 10 lignes ou à une notice de 40 lignes dont il devra nous envoyer la rédaction, avec la faculté de faire paraître ces insertions aux dates qu'il lui plaira, dans le délai d'une année, et recevra à titre gracieux, les numéros de notre *Revue* contenant lesdites insertions.

« En conséquence, si vous nous faites l'honneur d'accepter notre diplôme commémoratif, et afin de vous éviter tout dérangement, nous nous permettrons de vous faire présenter par la poste une quittance de 3,25 fr, prix dudit diplôme, donnant droit aux avantages stipulés plus haut.

« Nous espérons que vous apprécierez ce mode excellent de propagande en acceptant notre offre.

« En cas de refus de votre part, veuillez avoir l'obligeance de nous retourner immédiatement notre envoi afin de nous éviter des frais de recouvrement.... »

Nous engageons nos lecteurs qui recevraient un diplôme accompagné d'une lettre semblable à garder le tout, à ne pas payer et à envoyer promener le représentant de M. Y..., qui viendrait réclamer le diplôme. La question est jugée depuis longtemps par les tribunaux et ceux qui emploient de pareils procédés pour extorquer 3,25 fr aux bons gogos ne méritent aucun ménagement.

Science des journaux politiques. — Deux inventeurs, l'un Anglais, M. Armstrong, l'autre Suédois, M. Orlyng, font actuellement grand tapage en Angleterre à propos d'un relais télégraphique très sensible basé en principe sur l'électromètre à mercure de M. Lippmann. Cet appareil, dans l'esprit de ses inventeurs, est destiné à remplacer le cohéreur des récepteurs de la télégraphie sans fil par des dispositifs encore inconnus de la presse technique, et sur lesquels il serait difficile de se prononcer. Mais ces détails n'arrêtent pas la presse politique qui renchérit déjà sur l'invention et la transforme en système d'éclairage électrique sans fil. Qu'on en juge par cet extrait du journal *Le Journal* du 10 janvier 1902.

« L'éclairage électrique... sans fil.

« On devait y arriver. Après l'application de la télégraphie sans fil, celle de l'éclairage électrique sans fil devenait imminente. C'est chose faite aujourd'hui, à Londres, où l'on vient de faire de suffisants essais sur une nouvelle lampe électrique de l'ingénieur Armstrong. Cette lampe a fourni une belle lumière sans l'aide d'aucun fil, la source d'électricité étant située à une distance de 4 à 5 milles.

« L'économie du nouveau système est au moins curieuse. M. Armstrong, considérant la terre comme conducteur et comme un réservoir permanent d'électricité à la fois, s'en sert pour la réaction de l'énergie électrique, en combinant ce courant de basse tension avec les décharges d'un haut potentiel d'une batterie mobile. La batterie qu'il emploie n'est que de 8 volts, et le courant qu'il emploie est inférieur à 1 ampère. »

Si les historiens de l'avenir se documentent à ces sources, cela promet du bon temps à nos petits enfants.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Anzin (Nord). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal a examiné, dans sa dernière séance, le projet d'éclairage de cette ville par l'électricité. Le contrat passé avec la Compagnie du gaz expirant en même temps que celui de Condé, l'administration a pris en considération les propositions faites par la ville de Condé, pour une entente à cet effet.

Estaing (Aveyron). — *Éclairage.* — Nous apprenons que l'éclairage électrique de la ville d'Estaing recevra bientôt une prompte solution. M. le préfet vient, en effet, d'approuver les conventions arrêtées entre la commune et M. Boyer, propriétaire du moulin d'Olt, où sera établie la station centrale.

Il paraît que le concessionnaire de l'éclairage est décidé à donner une vive impulsion aux travaux d'installation, ce qui permet d'espérer que la population d'Estaing ne tardera pas à être au nombre des villes les mieux éclairées du département.

Lyon. — *Éclairage.* — Un projet vient d'être dressé par le service de la voirie, en vue de l'éclairage par l'électricité de la rue et de la place de la République, ainsi que des places

de la Comédie et des Terreaux, en utilisant pour une partie de cet éclairage les 375 000 hectowatts-heure d'énergie électrique qui doivent être fournis gratuitement par la Compagnie O. T. L., conformément au paragraphe 3 de l'article 5 de son traité de rétrocession en date du 28 juillet 1899.

Ce projet comprend en tout 70 lampes à arc de 10 ampères, sur candélabres de 5 m de hauteur, qui se répartissent ainsi : 39 pour la rue de la République, 10 pour la place des Terreaux et 4 pour la place de la Comédie.

Quant au projet d'amélioration et de transformation de l'éclairage dans toute la ville, par l'emploi de becs à incandescence, il sera l'objet d'un rapport spécial qui sera soumis incessamment par le Maire à l'approbation du Conseil.

Montebourg (Manche). — *Éclairage.* — Au cours d'une de ses dernières séances, le conseil municipal de Montebourg, à l'unanimité de douze membres présents, a autorisé le maire à passer le traité de l'éclairage électrique de cette ville avec M. de Vilaine, ingénieur électricien à Paris.

Padirac (Lot). — *Éclairage.* — Depuis quelque temps, le Gouffre de Padirac est éclairé à l'électricité (*Industrie électrique*, n° **226**, 25 mai 1901, p. 220). — Le courant est fourni par l'usine électrique de Carennac, à 8 km de distance. Cette usine, installée sur les bords de la Dordogne à laquelle elle emprunte sa force motrice comporte deux turbines de 60 chevaux chacune de la maison Vve Bonnet, de Toulouse, actionnant une génératrice triphasée système Brown Boveri de 120 chevaux. Le courant produit à une tension de 4000 volts alimente, outre le Gouffre, la ville de Gramat et les communes de Lavergne, Thégra, Padirac, Carennac, Bétaille, Vayrac, ainsi que la gare importante de Saint-Denis, près Martel. Sous peu seront également reliés Thiers et sa station thermale, ainsi qu'Alvignac. Le réseau atteindra une longueur totale de 35 km. Cette installation exécutée par la Compagnie Électro-Mécanique pour le compte de M. Dunoyer de Segonzac prouve que l'emploi des courants à haute tension permet de relier à une seule station génératrice, sans grande augmentation des frais de première installation, un certain nombre de communes de faible importance et de réaliser ainsi une exploitation économique. Ajoutons que l'éclairage du Gouffre de Padirac, installé sous la direction de M. Roumazeille, ingénieur des services électriques de la Compagnie d'Orléans, est très réussi et ajoute un charme nouveau à cette curiosité si pittoresque qui attire tous les ans un grand nombre de visiteurs.

Puy-Guillaume (Puy-de-Dôme). — *Éclairage.* — Le bourg de Puy-Guillaume va, prochainement, être éclairé à l'électricité. La concession de cet éclairage vient d'être donnée à un électricien du pays, qui se propose d'éclairer, par la même usine établie sur la Credogne, les localités voisines.

ÉTRANGER

Sublin (Suisse). — *Distribution d'énergie.* — Aux stations centrales si nombreuses de la Suisse vient de s'ajouter depuis peu celle de Sublin. Ce réseau de distribution a été installé principalement en vue d'alimenter le chemin de fer électrique de Bex-Villars-Gryon dont le dernier tronçon vient d'être livré à l'exploitation.

L'énergie est empruntée à l'Avançon, torrent qui s'écoule des Alpes vaudoises et dont le débit est, grâce à des sources abondantes, relativement constant. Depuis longtemps les eaux de cette rivière sont utilisées, dans leur cours inférieur, par divers industriels, notamment par les Salines cantonales du Bevieux qui ont installé une usine de 600 chevaux.

En 1896 une usine électrique fut installée dans le cours supérieur à la Peuffaire, pour l'éclairage des communes de Gryon, Villars et Chesières. Entre ces usines restait une différence de niveau de 170 m environ qui fut concédée en 1896 à la commune de Bex et rétrocédée par elle à un comité d'initiative qui sous la direction de M. Palaz, l'ingénieur bien connu, fonda la Société des forces motrices de l'Avançon.

C'est cette chute qu'utilise la nouvelle usine de Sublin, où l'on dispose d'un débit moyen de 800 litres par seconde. Les turbines sont au nombre de six, elles ont une puissance de 400 chevaux à la vitesse de 600 tours par minute. Elles sont du type Escher-Wyss et Cie, à axe horizontal, et munies du régulateur à servo-moteur électrique des mêmes constructeurs.

Le matériel électrique est constitué par quatre alternateurs triphasés Westinghouse et par deux dynamos Thury, alimentant les sections voisines du chemin de fer électrique; toutes ces machines sont entraînées par les turbines au moyen d'accouplements Raffard.

Les quatre alternateurs produisent à la vitesse de 600 tours par minute des courants triphasés de 33 ampères par phase sous 5000 volts à la fréquence de 50 périodes par seconde. Les deux générateurs à courant continu peuvent débiter normalement 300 ampères sous 650 volts, leur rendement est de 93 pour 100 environ. Le tableau de distribution est relié aux machines par des câbles armés passant dans des caniveaux. Il se compose de deux parties distinctes, une pour les alternateurs, l'autre pour les dynamos à courant continu.

Le service d'éclairage étant pris sur une seule des phases des courants triphasés, les alternateurs sont munis à la fois d'interrupteurs bipolaires et tripolaires.

Les sous-stations comportent des transformateurs à courant alternatif simple pour l'éclairage de la Compagnie de l'Industrie électrique et des transformateurs triphasés Alioth. Les premiers abaissent la tension à 2120 volts, les seconds à 5240 volts.

Les réseaux secondaires sont aériens; les conducteurs en cuivre nu sont supportés par des isolateurs à simple cloche. Le réseau d'éclairage de Bex alimente 2650 lampes environ; pour la force motrice il n'y a pas de réseau secondaire proprement dit, une déviation étant installée dans chaque cas particulier.

La vente de l'énergie électrique pour l'éclairage se fait à forfait, le prix par bougie-an varie de 1 fr à 1,70 fr, suivant la durée de l'allumage.

L'énergie pour l'alimentation des moteurs est vendue à forfait pour onze heures de fourniture par jour ouvrable. Le prix est par an de 45 fr pour 200 watts, 80 fr pour 400 watts, 150 fr pour 800 watts.

CORRESPONDANCE

Société Française des Télégraphes et Téléphones sans fil.

La Société des Télégraphes et Téléphones sans fil nous adresse, par la voie de notre éditeur-gérant, et l'intermédiaire gracieux — oh! combien — d'un huissier, la lettre ci-dessous que nous reproduisons *in extenso*, en dépit de son allure peu parlementaire. Nous la faisons suivre des commentaires qu'elle comporte :

Paris, le 8 janvier 1902.

« *Société Française des Télégraphes et Téléphones sans fil,*
21, place de la Madeleine.

« A M. É. Hospitalier, rédacteur du journal
L'Industrie électrique.

« On me communique seulement aujourd'hui le n° 239,

10e année, de votre journal dans lequel, à propos d'un prospectus émanant d'une banque chargée de la vente d'un certain nombre de parts de la Société Française des Télégraphes et Téléphones sans fil, vous vous complaisez à écrire sur cette Société et sur plusieurs de ses membres un article dont je dois relever les inexactitudes et les énonciations malveillantes.

« Tout d'abord, vous paraissez supposer que notre Société a été fondée pour l'application d'un système spécial Popp et Pilsoudsky; il n'en est rien, et il vous aurait été facile de vous en convaincre par le simple examen de nos statuts, dont, sur votre demande, nous vous aurions, avec plaisir, remis un exemplaire, si vous aviez eu le soin de renseigner exactement vos lecteurs; vous y auriez vu que notre Société a pour objet :

« 1° La recherche et l'étude de tous les procédés et découvertes relatifs à la production et à la transmission électrique sans fil; 2° la création, l'acquisition, l'expérimentation et la mise en valeur de tous brevets relatifs à la production et à la transmission électrique sans fil et notamment à la télégraphie sans fil; 3° la cession des licences ou de la propriété de ces brevets à des États ou à des tiers pour leur exploitation directe, etc.

« Un journal comme le vôtre devrait, ce me semble, appuyer un tel programme, puisqu'il doit avoir pour effet de développer les applications industrielles de l'électricité, d'aider les inventeurs et d'exploiter en France les inventions françaises.

« Mais, au contraire, et sans prendre au moins la peine d'en expliquer la raison, vous nous qualifiez de mystificateurs; ne craignez-vous pas que vos lecteurs, mieux informés, ne vous retournent l'épithète?

« Tout cela s'explique facilement par le fait qu'en nous attaquant, vous cherchez à atteindre le Président de notre Société, M. Victor Popp, que vous honorez d'une haine vivace, probablement parce qu'il vous a rendu service.

« Vous en arrivez à nier ce qui est de notoriété publique, à savoir : 1° que M. Popp a doté Paris d'une industrie unique, celle de l'air comprimé, qui fait vivre aujourd'hui un millier de personnes; et 2° que, sur les projets soumis par M. Popp, M. Alphand a décidé l'établissement de secteurs pour la distribution de l'énergie et de la lumière électrique, et que M. Popp a été concessionnaire de l'un des plus importants de ces secteurs.

« Vous vous attribuez modestement le privilège de décerner le titre de savant à qui bon vous semble; vous le refusez, bien entendu, à M. Popp, et c'est tout juste si vous l'accordez à M. le Dr Branly, qui, à vos yeux, a le plus grand tort d'être le Président de notre comité scientifique; vous reconnaissez bien qu'il est l'inventeur incontesté du radio-conducteur; mais, comme dans un de nos prospectus on l'appelle le « père de la Télégraphie sans fil », vous dites qu'il n'a rien fait en cette matière, comme si la Télégraphie sans fil eût été possible sans le radio-conducteur.

« Puis, vous vous en prenez à tous les rédacteurs de la presse quotidienne qui ont relaté nos expériences avec intérêt, et vous vous exprimez avec une courtoisie véritablement exquise sur leur probité professionnelle, en vous demandant à combien la ligne l'extase de vos grands confrères.

« Cette expression me remet en souvenir la visite d'un agent de votre journal, lequel était venu me solliciter pour obtenir l'insertion d'annonces ou de réclames de notre Société; vous n'auriez donc pas mieux demandé que de vous *extasier* aussi.

« Mais M. Popp, qui était dans mon cabinet, répondit qu'il n'avait rien à faire publier dans le journal de M. Hospitalier, *Inde iræ*.

« Quant au constructeur d'appareils que vous félicitez de n'être pas entré dans notre Société, nous pouvons vous dire que, d'abord, il n'a jamais été sollicité par nous d'en faire partie, et qu'ensuite, après l'essai fait par nous de ses appareils de Télégraphie sans fil, non pas prêtés mais payés, nous avons traité avec d'autres constructeurs dont les appareils, très supérieurs, nous ont donné toute satisfaction.

« Pour terminer, Monsieur, nous vous dirons que, jusqu'à ce jour, nous avions ignoré vos attaques; c'est vous dire qu'elles ne nous ont en rien gênés.

« Je vous fais signifier la présente réponse par acte extrajudiciaire, pensant ne pouvoir compter ni sur votre courtoisie, ni sur votre justice.

« Je vous salue, Monsieur, avec toute la considération qui vous est due. L'Administrateur délégué.

« *Signé* : PIGEONNEAU. »

1° Nous avions pensé que la Société se fondait pour exploiter les procédés (?) Popp-Pilsoudsky : nous étions dans l'erreur, et nous reconnaissons bien volontiers que la Société se fonde en vue d'exploiter les systèmes et les brevets encore à naître, c'est-à-dire le quasi-néant.

2° M. Popp ne nous inspire aucun sentiment particulier, et pour cause, car M. Popp ne nous a jamais rendu aucun service et nous ne lui avons jamais rien demandé. M. Pigeonneau fait là une hypothèse aussi injurieuse que fausse. Pour la jeter dans notre jardin, M. Pigeonneau pouvait choisir une pierre meilleure. (Prière au compositeur de ne pas mettre *meulière* : le mot n'aurait aucun sens et nous amènerait peut-être un nouveau papier bleu.)

3° La valeur de M. Popp comme directeur de secteur de distribution d'énergie électrique et comme savant étant de pure appréciation, nous n'insistons pas.

4° En ce qui concerne M. Branly, la lettre qu'il a bien voulu nous adresser, et que nous avons reproduite dans notre numéro du 25 décembre dernier, prouve que nous avons rendu pleine justice à M. Branly, quoi qu'en pense M. Pigeonneau.

5° Nous n'avons rien à retrancher de ce que nous avons dit sur l'*extase* de quelques journaux quotidiens, qui se sont extasiés devant les expériences du Vésinet. Constatons que la presse scientifique a fait un accueil plus réservé.

Mais nous donnons à M. Pigeonneau un DÉMENTI FORMEL lorsqu'il affirme qu'un agent de *notre* journal s'est présenté à la *Société Française des Télégraphes et des Téléphones sans fil* pour obtenir l'insertion de réclames.

Le journal *L'Industrie électrique* n'insère JAMAIS de réclame, et N'A ENVOYÉ PERSONNE à la S.F.T.T.S.F.

Nous avons déjà eu l'occasion de le dire, il y a quelques années, dans des circonstances équivalentes, le service des annonces est absolument distinct de celui de la rédaction et n'a avec lui que des rapports de courtoisie. La visite d'un agent appartenant à notre journal est donc, ou bien une pure invention de MM. Pigeonneau et Popp, ou bien le fait d'un de ces courtiers marrons à l'affût des sociétés nouvelles, fussent-elles civiles, et se prévalant du nom du journal pour essayer d'obtenir une annonce et gagner une commission.

6° En ce qui concerne M. Ducretet, nous lui laissons le soin de répondre s'il le juge nécessaire.

7° *In cauda venenum*. M. Pigeonneau, en terminant, nous salue avec toute la considération qui nous est due. Il est bien évident que M. Pigeonneau ne nous trouve pas assez... pigeon, et la S.F.T.T.S.F. ne recule devant aucun sacrifice — huit francs, sauf dûs — pour nous le faire savoir. Que ce sacrifice lui soit léger, comme est légère pour nous la considération de M. Pigeonneau. É. H.



ÉTUDE THÉORIQUE
DES QUELQUES OSCILLATIONS
DE POTENTIEL EXTRÊMEMENT ÉLEVÉ POUVANT NAITRE
DANS
LES CANALISATIONS A HAUTE TENSION

Parmi les travaux qui nous ont été présentés durant le Congrès des électriciens à Buffalo, il convient de citer une étude remarquable de M. C.-P. Steinmetz sur quelques oscillations de potentiel dans les canalisations à haute tension.

Bien que cette note ait été communiquée dans le courant du mois d'août dernier, elle n'a pas encore été reproduite par les périodiques.

Au moment même où de grands transports d'énergie sont à l'étude, il est utile et nécessaire que nos ingénieurs puissent trouver dans nos revues, non seulement les études théoriques et les expériences pratiques qu'ont occasionnées nos installations, mais aussi celles qui ont pu être faites à l'étranger.

La note de M. Steinmetz a surtout de l'importance à nos yeux, parce qu'elle tend à démontrer que les tensions extrêmement élevées qui naissent dans les transports d'énergie à longue distance, et qui amènent les plus grandes perturbations, ne proviennent nullement des causes jusqu'ici généralement admises.

Ce sont ces raisons qui nous ont décidé à revenir sur cette note et à lui donner toute la publicité désirable.

Lorsqu'une force électromotrice régie par la loi du sinus est appliquée sur un circuit quelconque, comportant de la résistance, de l'inductance et de la capacité, le courant résultant est également sinusoïdal.

Au moment, où l'on ferme le circuit, ou quand on change d'une manière quelconque les conditions du régime, un terme exponentiel de la forme générale

$$\Sigma A_1 \cdot e^{-a_1\varphi},$$

se superpose à l'onde sinusoïdale du courant.

Dans un circuit simple n'ayant que de la résistance ohmique et de l'inductance, la somme ci-dessus se réduit à un seul terme exponentiel

$$A \cdot e^{\frac{R}{x} \cdot \varphi}.$$

dans laquelle A représente une constante, R la résistance ohmique, x l'inductance

$$x = \frac{2\pi}{T} \cdot L,$$

et φ le produit $\frac{2\pi}{T} \cdot t$ de la pulsation $\frac{2\pi}{T}$ du courant par le temps t.

Dans un système de tels circuits, connectés entre eux directement ou indirectement, les exposants de la série des n termes exponentiels sont déterminés par les racines d'une équation du n^e degré.

Pour un seul circuit présentant à la fois de la résistance, de la self-induction et de la capacité, la fonction exponentielle comporte deux termes

$$A_1 \cdot e^{-a_1\varphi} + A_2 \cdot e^{-a_2\varphi},$$

pour lesquels les valeurs de a_1 et de a_2 sont fournies par les racines réelles ou imaginaires, d'une équation du second degré.

Quand ces racines sont imaginaires, les termes exponentiels se ramènent à l'expression

$$e^{-b\varphi}(B_1 \cos\varphi + B_2 \cos\varphi),$$

qui représente une oscillation électrique.

Si l'on se trouve en présence, non plus d'un seul, mais de plusieurs circuits semblables au précédent, c'est-à-dire affectés simultanément de résistance, de self-induction et de capacité, reliés entre eux soit directement, soit indirectement, une série de n termes exponentiels

$$\Sigma A_1 \cdot e^{-a_1\varphi},$$

apparaît dans l'équation générale du courant.

Les exposants a_1 sont alors les racines d'une équation du $2\,n^e$ degré. Quand ces racines sont imaginaires, les termes exponentiels représentent des oscillations électriques. Les constantes A_1 dépendent des conditions initiales des circuits.

On en déduit que, dans un système de circuits, il peut se produire des oscillations de fréquences et d'amplitudes différentes.

Dans certains cas, des oscillations de ce genre, causées par un changement dans le régime du circuit, peuvent faire naître des tensions extrêmement élevées, et provoquer des décharges disruptives.

M. Steinmetz constata ce phénomène, pour la première fois, en effectuant une série d'expériences pour déterminer les effets produits par l'ouverture d'un circuit de potentiel élevé, à l'aide de différents types d'interrupteurs, sur une ligne artificielle composée de bobines inductives et d'environ 800 m de câble isolé pour haute tension.

La mesure de la tension instantanée s'effectuait en déterminant la longueur de l'étincelle entre deux pointes, branchées sur le système.

Lorsque les pointes étaient rapprochées suffisamment les unes des autres, pour qu'une décharge ait lieu, une tension extrêmement élevée se trouvait invariablement induite en certains points par le court-circuit qui se produisait. Cette tension qui engendrait un arc pouvant franchir jusqu'à 1 m, se trouvait donc comprise entre un quart et un demi-million de volts, bien que la différence de potentiel normale du système fût voisine de 10 000 volts seulement.

Le phénomène était probablement le suivant : En jaillissant entre les pointes shuntant le circuit, l'étincelle

mettait le système en court-circuit et anéantissait instantanément la charge électrostatique en faisant tomber localement le potentiel à une valeur pratiquement nulle, parce qu'un courant excessif passait sous forme d'arc entre les pointes.

Dans l'expérience en question l'effet calorique était tel qu'une explosion éteignant l'arc se produisait, en rompant ainsi le court-circuit.

Après cette explosion, une nouvelle décharge opérait à nouveau le court-circuit, qui s'interrompait encore de lui-même.

Ce phénomène rappelle, mais avec infiniment plus de puissance, l'action de l'interrupteur de Wehnelt, qui dépend des effets combinés de la self-induction et de la polarisation électrolytique, alors que, dans le cas qui nous occupe, il s'agit de self-induction et de capacité.

Depuis l'époque où ces essais furent entrepris, on a constaté dans un grand nombre de circonstances et sur des circuits à haute tension, des décharges électriques, qui franchissaient des distances beaucoup plus grandes que celles qui correspondaient au potentiel normal. Ces décharges se manifestaient lorsqu'un arc faisant un court-circuit s'interrompait de lui-même en plein air.

Un court-circuit, dans un espace clos, comme par exemple dans un câble enterré, ne paraît pas susceptible de produire le même effet.

Ces diverses expériences, et d'autres raisons encore, ont conduit l'auteur à croire qu'un arc de haut potentiel, qui amorce un court-circuit en plein air, dans un système affecté de self-induction et de capacité, constitue un phénomène intermittent, pouvant, en provoquant l'apparition de potentiels extrêmement élevés, causer des perturbations et des dégâts sérieux.

On peut étudier ce phénomène sur un transformateur à haute tension de puissance limitée. Il suffit d'intercaler une capacité shuntant les bornes primaires pour observer un changement complet dans la nature de l'arc de court-circuit. Ce dernier, qui, en l'absence de capacité, est constant et silencieux, et qui donne une flamme s'incurvant vers le haut, à cause de la chaleur qu'elle dégage, diffère absolument de celui que l'on obtient après avoir placé la capacité, et qui est celui d'une décharge disruptive, éblouissante et bruyante comme un éclair.

Cette différence peut, du reste, être mise en évidence par la photographie. Les clichés donnent dans le premier cas, le striage que produit la succession des demi-ondes du courant, tandis que, dans le second, ils montrent nettement un système d'étincelles électrostatiques successives, non accompagnées du striage propre à la flamme de l'arc du courant alternatif.

Ainsi que l'a indiqué M. W. S. Andrews, un certain nombre de décharges oscillatoires peuvent s'effectuer durant la même demi-onde de la force électromotrice alternative primaire alimentant le circuit.

L'étude qui va suivre a pour objet de rechercher le caractère de ces oscillations électriques produites par un arc créant un court-circuit momentané.

Si dans un transport d'énergie dont la tension normale est

$$e = E \cos(\varphi - \omega),$$

et qui conduit un courant

$$i = I \cos(\varphi - \omega - \delta),$$

on ouvre le circuit à l'extrémité finale, la capacité de la ligne se trouve en série avec la résistance et l'inductance des transformateurs élévateurs de tension et d'une partie de la canalisation.

Supposons que la capacité de la ligne soit représentée par un condensateur shunté sur le milieu du transport d'énergie.

Posons en outre :

r = résistance;

L = self-induction entre les barres de distribution, à potentiel constant, des génératrices et le condensateur représentant la capacité de la ligne.

L'inductance de ce circuit aura pour valeur :

$$x = \frac{2\pi}{T} \cdot L.$$

Appelons C la capacité et

$$k = \frac{1}{\frac{2\pi}{T} \cdot C},$$

représentera la capacitance de la ligne.

Supposons que le circuit soit ouvert au moment

$$t = 0 \quad \text{ou} \quad \varphi = 0;$$

désignons par :

e_0 la différence de potentiel aux bornes du condensateur au moment $t = 0$, et par

i_0 le courant dans la ligne à cet instant précis $t = 0$.

Si i représente la valeur du courant au temps t, la f. é. m. de self-induction sera d'une manière générale

$$L \cdot \frac{di}{dt}.$$

Celle aux bornes du condensateur

$$e_1 = \frac{1}{C}\int i \,.\, dt.$$

L'équation différentielle du phénomène est donc :

$$e - ir - L \cdot \frac{di}{dt} - \frac{1}{C}\int i dt = 0,$$

en écrivant :

$$\varphi = \frac{2\pi}{T} \cdot t$$

$$e = E \cos(\varphi - \omega)$$

et en substituant il vient :

$$E \cos(\varphi - \omega) - ir - x\frac{di}{d\varphi} - k\int i d\varphi = 0. \qquad (1)$$



Appelons e_1 la différence de potentiel aux bornes du condensateur, on a :

$$e_1 = k\int i d\varphi = E\cos(\varphi - \omega) - ir - x\frac{di}{d\varphi}. \qquad (2)$$

En divisant l'équation (1), par rapport à φ, il vient :

$$E\sin(\varphi-\omega) + ki - r\frac{di}{d\varphi} + x\frac{d^2 i}{d\varphi^2} = 0. \qquad (3)$$

L'intégration de cette équation différentielle du second ordre conduit à :

$$i = A \cdot e^{-a\varphi} + B\cos(\varphi - \sigma). \qquad (4)$$

Substituons (4) en (3) et écrivons :

$$(a^2x - ar + k)A \cdot e^{-a\varphi} + \sin(\varphi-\sigma)[E\cos(\sigma-\omega) - rB] + \cos(\varphi-\sigma)[E\sin(\sigma-\omega) - (x-k)B] = 0. \qquad (5)$$

donc :

$$\left.\begin{array}{l} a^2x - ar + k = 0 \\ E\cos(\sigma-\omega) - rB = 0. \\ E\sin(\sigma-\omega) - (x-k)B = 0. \end{array}\right\} \qquad (6)$$

le facteur A reste indéfini.

On peut écrire maintenant :

$$\operatorname{tg}(\sigma-\omega) = \frac{x-k}{r}.$$

Posons pour simplifier :

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{x-k}{r}; \qquad (7)$$

α étant une constante du circuit.

Il vient alors :

$$\sigma = \omega - \alpha. \qquad (8)$$

On peut donc déduire des équations (6) :

$$B = \frac{E}{\sqrt{r^2 + (x-k)^2}}.$$

Posons :

$$Z_0 = \sqrt{r^2 + (x-k)^2}, \qquad (9)$$

Z_0 étant une constante du circuit, il viendra :

$$B = \frac{E}{Z_0}. \qquad (10)$$

Il est visible que a qui est une racine de l'équation du second degré doit satisfaire à la relation :

$$a = \frac{r \pm \sqrt{r^2 - 4xk}}{2x}.$$

Lorsque l'inductance x est du même ordre de grandeur que la résistance r et que la capacitance k, ou quand cette capacitance est plus grande que r ou x, on aura toujours :

$$4xk > r^2,$$

de sorte que

$$\sqrt{r^2 - 4xk}$$

reste imaginaire.

Posons :

$$q = \sqrt{4xk - r^2}, \qquad (11)$$

il vient :

$$a = \frac{r \pm \sqrt{-1}\cdot q}{2x},$$

de sorte que l'équation complète du problème est la suivante :

$$i = A_1 \cdot e^{-\frac{r+q\sqrt{-1}}{2x}\cdot\varphi} + A_2 \cdot e^{-\frac{r-q\sqrt{-1}}{2x}\cdot\varphi} + \frac{E}{Z_0}\cos(\varphi - \omega + \alpha). \qquad (12)$$

ou

$$i = e^{-\frac{r}{2x}\varphi} \cdot \left\{ A_1 \cdot e^{-\sqrt{-1}\frac{q}{2x}\varphi} + A_2 \cdot e^{+\sqrt{-1}\frac{q}{2x}\varphi} \right\} + \frac{E}{Z_0}\cos(\varphi-\omega+\alpha).$$

On peut écrire :

$$e^{+\sqrt{-1}\cdot\frac{q}{2x}\cdot\varphi} = \cos\cdot\frac{q}{2x}\cdot\varphi + \sqrt{-1}\cdot\sin\frac{q}{2x}\varphi, \qquad (13)$$

$$e^{-\sqrt{-1}\cdot\frac{q}{2x}\cdot\varphi} = \cos\frac{q}{2x}\varphi - \sqrt{-1}\cdot\sin\frac{q}{2x}\varphi.$$

En substituant maintenant dans l'équation précédente pour i et en opérant quelques simplifications, il vient :

$$i = e^{-\frac{r}{2x}\varphi} \cdot \left\{ (A_1 + A_2)\cos\frac{q}{2x}\varphi - \sqrt{-1}(A_1 - A_2)\sin\frac{q}{2x}\cdot\varphi \right\} + \frac{E}{Z_0}\cos(\varphi-\omega+\alpha).$$

Posons encore :

$$A_1 + A_2 = C_1$$

$$\sqrt{-1}(A_1 - A_2) = C_2,$$

on en déduira :

$$i = e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left(C_1 \cdot \cos\frac{q}{2x}\cdot\varphi - C_2\sin\frac{q}{2x}\cdot\varphi\right) + \frac{E}{Z_0}\cos(\varphi-\omega+\alpha). \qquad (14)$$

équation dans laquelle les coefficients C_1 et C_2 sont déterminés par les conditions du circuit au temps $t = 0$.

La différence de potentiel aux bornes du condensateur devient, après substitution de (14) en (2) :

$$e_1 = e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{ C_1\left[\frac{q}{2}\sin\frac{q}{2x}\varphi - \frac{r}{2}\cos\frac{q}{2x}\varphi\right] + C_2\left[\frac{q}{2}\cos\frac{q}{2x}\cdot\varphi + \frac{r}{2}\sin\frac{q}{2x}\varphi\right]\right\} + E\left\{\cos(\varphi-\omega) - \frac{r}{Z_0}\cos(\varphi-\omega+\alpha) + \frac{x}{Z_0}\sin(\varphi-\omega+\alpha)\right\}.$$

Mais :

$$\frac{r}{Z_0} = \cos\alpha; \qquad \frac{x}{Z_0} = \frac{k}{Z_0} + \sin\alpha$$

$$e_1 = e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{C_1\left[\frac{q}{2}\sin\frac{q}{2x}\varphi - \frac{r}{2}\cos\frac{q}{2x}\cdot\varphi\right] + C_2\left[\frac{q}{2}\cos\frac{q}{2x}\varphi + \frac{r}{2}\sin\frac{q}{2x}\varphi\right]\right\} + \frac{k}{Z_0}\cdot E\sin(\varphi-\omega+\alpha). \qquad (15)$$

Au temps $t=0$, on a $\varphi=0$; en substituant ces valeurs dans (14) et (15) il vient

$$i_0 = C_1 + \frac{E}{Z_0}\cos(\omega+\alpha)$$

$$e_0 = -\frac{r}{2}C_1 + \frac{q}{2}C_2 - \frac{k}{Z_0}\cdot E\sin(\omega+\alpha),$$

on en déduit

$$\left.\begin{aligned} C_1 &= i_0 - \frac{E}{Z_0}\cos(\omega+\alpha) \\ C_2 &= \frac{2e_0+ri_0}{q} + \frac{E}{qZ_0}\Big[2k\sin(\omega+\alpha) - r\cos(\omega+\alpha)\Big]. \end{aligned}\right\} \qquad (16)$$

Substituons ces valeurs dans les équations (14) et (15,) il viendra pour le courant

$$i = \frac{E}{Z_0}\cos(\varphi-\omega+\alpha) + e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{\left[i_0 - \frac{E}{Z_0}\cos(\omega+\alpha)\right]\cos\frac{q}{2x}\cdot\varphi - \left[\frac{2e_0+ri_0}{q} + \frac{E}{qZ_0}\Big(2k\sin(\omega+\alpha) - r\cos(\omega+\alpha)\Big)\right]\sin\frac{q}{2x}\varphi\right\} \qquad (17)$$

et pour la différence de potentiel aux bornes du condensateur.

$$e_1 = \frac{k}{Z_0}\cdot E\sin(\varphi-\omega+\alpha) + e^{-\frac{r}{2x}\cdot\varphi}\left\{\left[e_0 + \frac{k}{Z_0}\cdot E\sin(\omega-\alpha)\right]\cos\frac{q}{2x}\varphi + \left[\frac{2re_0+(r^2+q^2)i_0}{2q} + \frac{E}{2qZ_0}\,2kr\sin(\omega-\alpha) - (r^2+q^2)\cos(\omega-\alpha)\right]\sin\frac{q}{2x}\varphi\right\} \qquad (17)$$

Ces équations (17) peuvent être simplifiées considérablement en négligeant les termes d'amplitude secondaire. Dans les canalisations à haute tension, la valeur de k est toujours très grande comparée à celle de r et de x.

La chute ohmique et la force électromotrice de self-induction oscillent généralement pour la pleine charge, entre 5 et 20 pour 100 de la tension normale. Le courant de charge de la ligne peut aussi varier entre 5 et 20 pour 100 de celui du régime, lorsque la tension et la fréquence sont celles de la marche régulière.

Dans ce cas, k peut être de 25 à plus de 400 fois supérieur à r et à x, de sorte que r et x deviennent négligeables devant k.

On a alors avec beaucoup d'approximation :

$$\left.\begin{aligned} Z_0 &= k \\ q &= 2\sqrt{xk} \\ B &= \frac{E}{k} \\ \alpha &= \frac{\pi}{2} = 90^\circ \end{aligned}\right\} \qquad (18)$$

En substituant ces valeurs dans les équations (17) vient pour le courant :

$$i = -\frac{E}{k}\sin(\varphi-a) + e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{\left[i_0 - \frac{E}{k}\sin a\right]\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi - \left[\frac{2e_0+ri_0}{2\sqrt{xk}} - \frac{E}{2\sqrt{xk}}\Big(2\cos\omega + \frac{r}{k}\sin\omega\Big)\right]\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\right\} \qquad (19)$$

et pour la différence de potentiel aux bornes du condensateur :

$$e_1 = E\cos(\varphi-\omega) + e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{\Big[e_0 - E\cos\omega\Big]\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi + \left[\frac{2re_0+(r^2+4xk)\,i_0}{4\sqrt{xk}} - \frac{E}{4\sqrt{xk}}\Big(2r\cos\omega + \frac{r^2+4xk}{k}\sin\omega\Big)\right]\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\right\}$$

Ces équations sont formées de trois termes :

$$\left.\begin{aligned} i &= i' + i'' + i''' \\ e_1 &= e_1' + e_1'' + e_1''' \end{aligned}\right\} \qquad (20)$$

dans lesquelles

$$\left.\begin{aligned} i' &= -\frac{E}{k}\sin(\varphi-\omega) \\ e_1' &= E\cos(\varphi-\omega) \end{aligned}\right\} \qquad (21)$$

$$\left.\begin{aligned} i'' &= -\frac{E}{k}\cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{\sin\omega.\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi - \left[\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\cos\omega + \frac{r}{2\sqrt{xk}}\cdot\sin\omega\right]\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\right\} \\ e_1'' &= -E.e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{\cos\omega.\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi + \left[\frac{r}{2\sqrt{xk}}\cos\omega + \frac{r^2+4xk}{4K\sqrt{xk}}\cdot\sin\omega\right]\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\varphi\right\} \end{aligned}\right\} \qquad (22)$$

ou en négligeant les termes d'ordre secondaire

$$\left.\begin{aligned} i'' &= \frac{E}{\sqrt{xk}}\cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\cos\omega.\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi \\ e_1'' &= -E.e^{-\frac{r}{2x}\cdot\varphi}\cos\omega.\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi \end{aligned}\right\} \qquad (23)$$

On a également

$$\left.\begin{aligned} i''' &= e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{i_0\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\varphi - \frac{2e_0+ri_0}{2\sqrt{xk}}\cdot\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\right\} \\ e_1''' &= e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{e_0.\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi + \frac{2re_0+(r^2+4xk)\,i_0}{4\sqrt{xk}}\cdot\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\right\} \end{aligned}\right\} \qquad (24)$$

ou en négligeant les termes d'ordre secondaire

$$\left.\begin{aligned} i''' &= e.^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{i_0 \cos\sqrt{\frac{k}{x}}\varphi - \frac{e_0}{\sqrt{xk}}\sin\sqrt{\frac{k}{x}}.\varphi\right\} \\ e_1''' &= e.^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{e_0\cos\sqrt{\frac{k}{x}}.\varphi + i_0\sqrt{kx}.\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\right\} \end{aligned}\right\} \quad (25)$$

On aura par conséquent pour le courant total, et d'une manière approximative :

$$i = -\frac{E}{k}\sin(\varphi - \omega) + e.^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{i_0\cos\sqrt{\frac{k}{x}}.\varphi - \frac{e_0 - E\cos\omega}{\sqrt{kx}}.\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\varphi\right\} \quad (26)$$

Il viendra de même pour la différence de potentiel aux bornes du condensateur :

$$e_1 = E\cos(\varphi - \omega) + e.^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{(e_0 - E\cos\omega)\cos\sqrt{\frac{k}{x}}.\varphi + i_0\sqrt{xk}.\sin\sqrt{\frac{k}{x}}.\varphi\right\} \quad (26)$$

Parmi ces trois termes : i', e'_1; i'', e_1''; i''', e_1''', le premier représente les conditions de régime du courant de charge et de la différence de potentiel aux bornes du condensateur, alors que les deux autres termes ont disparu pour $t = \infty$.

Le second terme i'', e_1'', représente cette composante de l'oscillation qui dépend de la phase de force électromotrice normale, c'est-à-dire du point de l'onde de cette force électromotrice où l'oscillation commence.

Le troisième terme i''', e_1''' représente cette composante de l'oscillation qui dépend de la valeur instantanée du courant, respectivement de la force électromotrice, au moment où l'oscillation commence.

La fonction

$$e^{-\frac{r}{2x}.\varphi}$$

est le décrément logarithmique de cette oscillation.

La fréquence de l'oscillation est

$$\frac{1}{T^0} = \sqrt{\frac{k}{x}}.\frac{1}{T}$$

ou T représente la durée de la période normale et T_0 celle de la période de l'oscillation.

On en déduit donc que la fréquence de l'oscillation est égale au produit de la fréquence normale de régime, par la racine carrée du quotient de la capacitance par l'inductance du circuit.

Mais on a :

$$k = \frac{1}{\frac{2\pi}{T}.C}, \qquad x = \frac{2\pi}{T}.L$$

Il vient donc :

$$\frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{C.L}}.$$

Ceci montre qu'en réalité la fréquence de l'oscillation est absolument indépendante de la fréquence sous laquelle on fait le transport d'énergie.

Nous savons en outre que :

$$\varphi = \frac{T}{2\pi}.t;$$

en remplaçant dans les équations (23), (25) et (26), φ, K et X par leurs valeurs, il vient :

$$\left.\begin{aligned} i'' &= \sqrt{\frac{C}{L}}.E.e.^{-\frac{r}{2L}.t}\cos\omega.\sin\frac{t}{\sqrt{CL}} \\ e_1'' &= -Ee.^{-\frac{r}{2L}.t}\cos\omega.\cos\frac{t}{\sqrt{CL}} \end{aligned}\right\} \quad (27)$$

$$\left.\begin{aligned} i''' &= e^{-\frac{r}{2L}t}\left\{i_0\cos\frac{t}{\sqrt{CL}} - e_0\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\frac{t}{\sqrt{CL}}\right\} \\ e_1''' &= e^{-\frac{r}{2L}t}\left\{e_0\cos\frac{t}{\sqrt{CL}} + i_0\sqrt{\frac{L}{C}}\sin\frac{t}{\sqrt{CL}}\right\} \end{aligned}\right\} \quad (28)$$

$$i = -\frac{2\pi}{T}.C.E.\sin(\varphi - \omega) + e.^{-\frac{r}{2L}t}\left\{i_0\cos\frac{t}{\sqrt{CL}} - (e_0 - E\cos\omega)\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\frac{t}{\sqrt{CL}}\right\} \quad (29)$$

$$e_1 = E\cos(\varphi - \omega) + e.^{-\frac{r}{2L}t}\left\{(e_0 - E\cos\omega)\cos\frac{t}{\sqrt{CL}} + i_0\sqrt{\frac{L}{C}}.\sin\frac{t}{\sqrt{CL}}\right\} \quad (29)$$

Les termes oscillants de ces équations, sont indépendantes de la fréquence de régime $\frac{1}{T}$.

Par conséquent, la tension et le courant oscillants qui peuvent être produits par une modification des conditions du circuit, comme la mise en route, la variation de la charge, l'ouverture d'un interrupteur, ne sont nullement fonction de la pulsation de la force électromotrice du régime normal; ils sont également indépendants de la forme de l'onde de cette force électromotrice ou de ses harmoniques supérieures (excepté cependant en ce qui touche aux termes d'ordre secondaire).

La première composante de l'oscillation, équations (22) et (23) est régie par les constantes de la ligne et par la force électromotrice normale des génératrices, elle dédépend seulement de la phase ou du point précis de l'onde de cette force électromotrice où l'oscillation commence, mais elle ne saurait être influencée par les conditions antérieures du circuit.

Il s'ensuit que cette composante de l'oscillation est la même que l'oscillation produite lorsque l'on met en charge une ligne en la reliant aux bornes des génératrices.

Il n'existe aucun point de l'onde de la force électromotrice normale pour laquelle l'oscillation s'annule. En effet, lorsqu'on met en charge un circuit affecté seulement de résistance et d'inductance, au point précis de l'onde de la force électromotrice des génératrices, pour lequel le

courant final s'annule, les conditions de régime du circuit sont atteintes instantanément.

(*A suivre*). Boy de la Tour.

SUR LA LOCALISATION DES DÉFAUTS

DANS

LES CANALISATIONS INDUSTRIELLES

Le développement des canalisations industrielles accroît chaque jour l'importance des méthodes permettant de localiser rapidement et exactement un défaut ou une terre dans une partie quelconque d'un réseau de transmission ou de distribution.

Pour les câbles télégraphiques et téléphoniques, la méthode de Blavier et celle de la boucle sont suffisantes, mais comme l'erreur augmente proportionnellement à la section du conducteur et en raison inverse de sa résistance, ces méthodes deviennent inapplicables sur les réseaux industriels dont la résistance est souvent inférieure à 0,25 ohm. On est donc conduit à employer d'autres méthodes, et leur examen fait l'objet d'une très intéressante communication présentée à l'*American Institute of Electrical Engineers*, par M. Henry G. Stott, le 22 novembre 1901.

Les méthodes que l'on peut employer sont au nombre de trois :

1° La méthode de sectionnement (*Cut-and-try method*).
2° La méthode de sautage (*Smoke method*).
3° La méthode de la boussole (*Compass method*).

La méthode de *sectionnement* est trop connue pour être décrite. Elle est lente, coûteuse et non scientifique et ne doit être employée qu'à la dernière extrémité. La jonction de deux câbles à trois conducteurs à haute tension coûte de 25 à 50 fr; un bon ouvrier et son aide ne peuvent pas en faire plus de deux dans une journée. Si l'on suppose des regards espacés de 100 m et un câble de 8 à 10 km de longueur, il faudra, en appliquant logiquement la méthode de sectionnement, quatre à cinq jours pour remettre le câble en service après avoir localisé un défaut.

La méthode de sautage ou de brûlage d'un défaut est grossière : elle consiste à mettre sur le câble un courant d'intensité suffisante pour provoquer l'inflammation de l'isolement et produire un incendie local dont la fumée révèle le point en s'échappant par les regards de la canalisation préalablement ouverts.

Cette méthode est expéditive et n'exige pas la réfection des joints, mais elle peut amener des perturbations sérieuses dans les autres câbles, spécialement si le défaut se trouve dans un regard ou à son voisinage, car les flammes peuvent brûler une bonne partie du câble lui-même, les câbles voisins, et causer des explosions dues à l'inflammation du gaz dans les conduites de la ville.

M H.-G. Stott recommande la méthode de la boussole comme la seule exacte et rapide pour la détermination des défauts des câbles industriels. Elle consiste à faire passer un courant continu d'une intensité de l'ordre de 10 ampères à travers le câble et la terre, par l'intermédiaire d'un inverseur qui change le sens de ce courant toutes les 10 secondes. On ouvre un regard placé vers le milieu de la canalisation et on place sur l'enveloppe de câble une petite boussole de poche que l'on observe pendant une demi-minute. Si le défaut est au delà du regard, par rapport à la dynamo, l'aiguille de la boussole s'inversera toutes les 10 secondes. On ferme alors le regard et on s'éloigne d'une certaine longueur en recommençant l'opération. Le défaut est toujours placé entre le point où l'on a observé l'inversion et celui où elle cesse de se produire. On arrive ainsi à préciser sa position très rapidement sans couper le câble ; ce qui évite la perte de temps et les dépenses de réfection des joints ; le nombre de regards ouverts est minimum et le temps dépensé sur chacun d'eux ne dépasse pas une minute ; l'intensité du courant est assez faible pour ne pas produire d'arc, de combustion ou d'explosion.

Il est commode, pour ces essais, d'employer une dynamo à courant constant qui s'ajuste elle-même d'après la résistance du défaut. Lorsqu'on ne dispose pas d'une semblable machine, on utilise une dynamo de 500 volts et un rhéostat intercalé dans le circuit. Il est bon que l'inverseur de courant fonctionne dans l'huile pour obtenir une inversion franche et éviter qu'un arc s'amorce dans l'inverseur.

Avant d'appliquer le courant continu périodiquement renversé, on doit faire sauter le défaut en appliquant au circuit un transformateur d'expériences à haute tension pendant quelques secondes.

La méthode s'applique sur tous les réseaux à courants alternatifs et pendant la marche, sans interrompre le service, à la condition d'intercaler dans le circuit du courant continu le primaire d'un transformateur à haute tension qui a pour objet de protéger la machine dans le cas où une autre terre se produirait et causerait un court-circuit sur l'alternateur sans cette précaution. Le primaire du transformateur constitue une bobine présentant un grand coefficient de self-induction et dont disposent facilement les stations centrales de distribution. Il va sans dire que la méthode ne s'applique, en service, qu'aux courants alternatifs complètement isolés de la terre.

L'auteur applique cette méthode depuis quatre ans sur des câbles à 2200 volts, ayant de 6 à 9 km de longueur. Elle lui a toujours donné satisfaction, et il la recommande aux ingénieurs-électriciens comme présentant une grande valeur pratique. A. Z.

SUR LES WATTMÈTRES

(*Suite et fin*[1].)

Wattmètres a induction. — Les wattmètres à induction ne peuvent évidemment servir que sur courants alternatifs; leur étalonnage doit être fait au moyen de wattmètres électrodynamiques, par suite leur précision est plus limitée; mais, comme ils sont surtout employés sur les tableaux de distribution, cet inconvénient n'est pas capital.

Ces appareils ont le très grand avantage de n'être pas sensibles aux actions extérieures et d'être plus robustes que les wattmètres électrodynamiques. De plus, l'organe mobile n'est pas relié au circuit, puisque les courants qui le traversent sont développés par induction, ce qui simplifie beaucoup la construction.

Les wattmètres à induction reposent, presque tous, sur les propriétés des champs tournants. Plaçons deux électros, I et U, en face d'un disque D, mobile sur un axe O et dirigé par un ressort (fig. 12). Si les électros sont

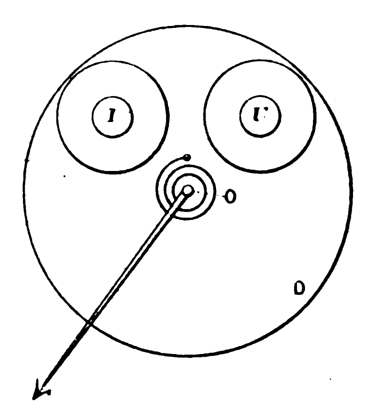


Fig. 12.

parcourus par deux courants, proportionnels l'un à l'intensité I_{eff}, l'autre à la différence de potentiel U_{eff} et de même phase, le couple exercé sur le disque est proportionnel à :

$$I_{eff}U_{eff} \sin \Phi \, ;$$

pour qu'un appareil semblable donne l'indication de la puissance réelle :

$$I_{eff}U_{eff} \cos \Phi,$$

il faut retarder le courant dérivé de $\frac{\pi}{2}$; c'est ce que l'on obtient en introduisant dans ce circuit une self-induction aussi élevée que possible, de façon à ce que $\operatorname{tg} \varphi' = \omega \frac{l'}{r'}$ soit très grand. Néanmoins, comme on ne peut pas atteindre $\frac{\pi}{2}$, ce qui exigerait $\frac{l'}{r'} = \infty$, on est obligé de faire des combinaisons de bobines de self-induction, de résistance et de shunts sans induction (Hartmann et Braun)[1], (Siemens et Halske)[2].

De la précision du réglage de φ' dépend l'exactitude de l'appareil. Quand le facteur de puissance $\cos \Phi$ est voisin de 1, l'erreur commise peut être grande sans affecter notablement la puissance mesurée; mais, quand $\cos \Phi$ est petit, l'erreur doit être très petite. La différence $\varphi' - \frac{\pi}{2}$ correspond à l'angle φ des wattmètres électrodynamiques et remplace ce dernier dans les formules de correction.

Les wattmètres à induction doivent être réglés pour la fréquence et la tension du circuit sur lequel ils doivent fonctionner. Ce réglage ne peut se faire que par comparaison avec un wattmètre électrodynamique et sur un circuit à réactance variable. Le *rapport* des indications des deux wattmètres doit rester constant quand $\cos \Phi$ passe de 1 à une valeur très petite.

Le wattmètre de M. Mordey, qui a été décrit récemment ici même [3], est un wattmètre électrodynamique dans lequel le courant qui circule dans la bobine mobile est développé par induction; il diffère donc des modèles à champ tournant.

Wattmètres électrostatiques. — Ces appareils sont trop nouveaux dans l'industrie et trop peu employés pour qu'il soit possible de donner, à leur sujet, un avis motivé. Le premier en date est celui de MM. Blondlot et Curie; c'est un électromètre composé de deux secteurs fixes, en forme de demi-cercles, et de deux secteurs mobiles de même forme. Quand une différence de potentiel x est placée entre un secteur fixe et un secteur mobile, une autre différence de potentiel y entre les deux autres secteurs, on obtient un couple proportionnel à xy. Si l'on prend x aux extrémités d'une résistance sans induction, intercalée dans le circuit à étudier et y aux bornes de ce même circuit, la déviation observée donne immédiatement la puissance dépensée entre les points où l'on prend y.

L'électromètre de Blondlot et Curie est à miroir, et l'équipage mobile est suspendu par deux fils très fins qui établissent les connexions. Le wattmètre électrostatique de M. Guye est identique, en principe; mais il est à index et cadran et l'équipage mobile repose sur deux couteaux.

Théoriquement beaucoup plus exacts que les autres instruments, les wattmètres électrostatiques ont le défaut, commun à tous les électromètres, d'être à très faible force directrice, ce qui les rend assez délicats

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 241, p. 5, 1902.

(1) *Elekt. Rundschau*, 15 nov. 1899, XVII, p. 12. — *L'Éclairage électrique*, 13 janv. 1900, p. 77.

(2) *L'Industrie électrique*, 25 janvier 1901, p. 26.

(3) *L'Industrie électrique*, 10 février 1901, p. 63.

comme instruments industriels. Pour augmenter les forces en jeu, on est conduit à augmenter notablement x, en employant une résistance assez considérable, ce qui trouble quelquefois le régime du circuit, et il devient plus difficile d'éviter la self-induction de cette résistance. Enfin, il faut, comme avec tous les appareils électrostatiques, être bien sûr de tous les contacts, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de l'instrument; un faux contact cause des erreurs d'autant plus graves que rien ne vient en avertir, l'appareil continuant à fonctionner, mais avec un retard considérable.

Formules de correction. — Les wattmètres nécessitent des corrections lorsqu'on veut faire des mesures exactes. Qu'ils soient électrodynamiques ou à induction, il faut d'abord tenir compte de l'énergie qui est dépensée dans l'un ou l'autre des circuits, selon le montage adopté, et il faut ensuite, surtout quand cos Φ est faible, employer une formule de correction dérivée de (1). Avec les wattmètres électrodynamiques, employés sur courant continu, la première correction est, naturellement, seule nécessaire.

Si l'on adopte le montage de la figure 1, *a*, le circuit *volts* mesure une différence de potentiel $U + R_1 I$, en appelant R_1 la résistance de la bobine *ampères* du wattmètre. On commet, par ce fait, une erreur *relative* :

$$\frac{R_1 I}{U}.$$

Si, au contraire, on adopte le montage *b* de la figure 1, la bobine *ampère* mesure la somme de l'intensité utile et du courant qui passe dans le circuit *volts*; si la résistance de ce dernier est r, celle du circuit mesuré R, l'intensité qui traverse la bobine ampères est :

$$\frac{U}{R} + \frac{U}{r},$$

et l'erreur relative est :

$$\frac{R}{r}.$$

Il est utile de connaître les résistances R_1 et r du wattmètre, de façon à choisir le montage qui donne l'erreur minimum et à faire la correction si la précision de la mesure l'exige.

Du couple électrodynamique on tire :

$$P = UI = \frac{W_1 r}{A}\,\theta. \qquad (3)$$

Dans les wattmètres à torsion, A est une fonction des nombres de tours et des surfaces de bobine; c'est donc une constante pour un appareil donné. Dans les wattmètres à lecture directe, A est, en outre, fonction de l'angle que font les bobines entre elles; mais, quand les appareils sont gradués en divisions proportionnelles aux puissances, la formule (3) est encore vraie, si l'on prend pour θ le nombre de divisions lu sur le cadran, au lieu de l'angle correspondant.

Sur courant alternatif nous tirons de (1) :

$$\frac{W_1 r}{A}\,\theta = U_{eff}\, I_{eff} \cos\Phi \,\frac{1 + \mathrm{tg}\,\varphi\, \mathrm{tg}\,\Phi}{1 + \mathrm{tg}^2\varphi}.$$

Mais,

$$\frac{W_1 r}{A}\,\theta$$

est la *puissance indiquée* par le wattmètre en courant continu, ou quand cos $\Phi = 1$. D'autre part, $U_{eff}\, I_{eff} \cos\Phi$ est la *puissance réelle*, P, on peut donc écrire :

$$P = P_{ind}\,\frac{1 + \mathrm{tg}^2\varphi}{1 + \mathrm{tg}\,\varphi\, \mathrm{tg}\,\Phi}. \qquad (4)$$

La formule (4) est celle de Blathy [1], si on donne à φ la valeur qui correspond à la somme de toutes les actions susceptibles de créer une différence de phase entre U et i : induction mutuelle, self-induction, hystérésis. Si on remplace tg Φ par $\omega\,\frac{L_1}{R}$ et tg φ par $\omega\,\frac{l}{r}$, on retrouve la formule de Stefan [2].

C'est sur l'emploi de cette formule que repose toute la discussion que l'on a vue dans ce journal [3].

Remarquons que si tg φ est très petit, comme cela doit être dans les appareils bien construits, on peut négliger tg $^2\varphi$ et écrire :

$$P = P_{ind}\,(1 - \mathrm{tg}\,\varphi\, \mathrm{tg}\,\Phi). \qquad (5)$$

Mais, sous cette forme, l'indécision persiste encore, car il faut connaître Φ; or, ce facteur est variable et ne peut être déduit que d'une mesure auxiliaire, soit au moyen d'un phasemètre — lorsqu'il y en aura d'exacts — soit au moyen d'un voltmètre et d'un ampèremètre donnant les *valeurs efficaces*; on a, dans ce cas, la puissance *apparente* :

$$P_a = U_{eff}\, I_{eff},$$

et :

$$\cos\Phi = \frac{P}{P_a}. \qquad (6)$$

M. Drysdale [4] a montré comment on pouvait tirer de (4) et (6) une formule simple pour déterminer P dans les cas où cos Φ est très petit. M. Blondel a déjà montré l'inutilité de cette formule; nous n'avons pas à y revenir en ce moment.

La formule, beaucoup plus simple, proposée par M. Blondel :

$$P = P_{ind} \mp \sin\varphi \sqrt{P^2_{app} - P^2_{ind}}, \qquad (7)$$

se retrouve très facilement, sous une forme presque identique, en partant de (5), si l'on observe que l'on ne peut

(1) *The Electrician*, Londres, t. XX, p. 612.
(2) *Bericht über die Wiener Elekt. Austellung*, 1883.
(3) *L'Industrie électrique*, 25 mars 1901, p. 125; 10 avril 1901 p. 148.
(4) *The Electrician*, Londres, 15 mars 1901. — *L'Industrie électrique*, 25 mars 1901, p. 125.

connaître cos Φ que par approximations successives, puisque P est la quantité inconnue. Or, comme, malgré tout, la correction ne comporte qu'une précision assez faible, on peut remplacer la valeur vraie de cos Φ par la première approximation

$$\cos \Phi = \frac{P_{\text{ind}}}{P_{\text{app}}},$$

et :

$$P = P_{\text{ind}} \mp \operatorname{tg} \varphi \sqrt{P^2_{\text{app}} - P^2_{\text{ind}}}. \qquad (8)$$

En pratique, les deux formules (7) et (8) sont identiques, cos φ est toujours assez petit pour qu'on puisse confondre son sinus et sa tangente.

Le signe — s'applique quand Φ est positif et plus grand que φ, c'est-à-dire sur les circuits où la self-induction domine ; le signe + s'emploie quand Φ est négatif, c'est-à-dire quand la capacité est plus forte que la self-induction, ou encore quand Φ est plus petit que φ (voir fig. 9).

En donnant à tg φ, le sens général de différence de phase entre le courant dérivé et ce qu'il devrait être sans phénomènes d'induction et de capacité, on peut étendre les formules (4), (5), (7) et (8) à tous les wattmètres; mais on est conduit à constater combien il est difficile de déterminer exactement φ.

S'il y avait seulement de la self-induction dans les wattmètres électrodynamiques, la mesure en serait relativement facile, à 2 ou 3 pour 100 près; mais la capacité, qui existe toujours, peut difficilement être mesurée, de telle sorte que tg φ est rarement connue avec une précision suffisante pour qu'on puisse affirmer l'exactitude des résultats quand cos Φ est plus petit que 0,1.

Il faut remarquer que l'erreur considérable que produit tg φ sur la mesure, quand cos Φ est très petit, permet de comparer la précision de deux wattmètres différents, sans qu'il y ait lieu de conclure que celui qui donne la valeur la plus faible, quand Φ est positif, est le plus exact; en effet, la *capacité* peut dominer dans l'un et la *self-induction* dans l'autre. Quand il est possible d'*intervertir* les résistances des deux wattmètres comparés, on peut, en tenant compte des différences des résistances obtenues, savoir si la capacité l'emporte dans l'un ou l'autre des deux appareils, puisque les erreurs doivent changer de signe.

Effet des harmoniques. — Toutes les formules précédentes supposent que le courant mesuré est sinusoïdal, et nous savons bien aujourd'hui que ce cas se réalise assez rarement; le calcul de facteurs de correction, dans l'hypothèse fort improbable où les coefficients et les phases des différents harmoniques de la courbe seraient connus, est une opération trop longue et trop fastidieuse pour être utilisée couramment. Quelques essais théoriques ont été tentés sur ce sujet, parmi lesquels on peut citer celui de M. Loppé [1].

On pourrait être tenté de conclure, en présence de la complication fréquente des courbes d'alternatifs, à l'inanité des formules ci-dessus; fort heureusement il n'en est rien. L'expérience montre que, dans tous les essais industriels, ces formules donnent des résultats *suffisants*; mais, connaissant l'existence de ces harmoniques, on doit apporter encore plus de circonspection dans l'*évaluation de l'exactitude* des résultats.

Il en est des wattmètres comme de la plupart des appareils à courants alternatifs, la fonction sinusoïdale simple donne la loi du phénomène général et les harmoniques interviennent pour produire les anomalies. Ainsi un harmonique élevé pourra fausser les indications d'un wattmètre, grâce aux courants induits, ceux-ci étant négligeables pour la période fondamentale du courant. De même, tel harmonique, d'amplitude extrêmement faible, pourra prendre, dans le circuit dérivé, une importance gênante, par suite d'une résonance.

Étalonnage des wattmètres. — La graduation d'un wattmètre électrodynamique se fait très simplement au moyen de courants continus appropriés : un courant de grande intensité, fourni par une batterie de quelques volts seulement, pour le circuit *ampères*, et une batterie de force électromotrice supérieure à la différence de potentiel sous laquelle doit fonctionner l'instrument. Un voltmètre en dérivation sur le circuit *volts* et un ampèremètre en série avec le circuit *ampères* donnent les valeurs de U et I. La constante $\frac{W_1 r}{A}$ se déduit très simplement de cette mesure.

Cette façon de procéder a l'avantage de permettre l'emploi de courants très constants fournis par des accumulateurs et aussi de réduire la dépense d'énergie au minimum, puisque la puissance observée UI est fictive; la dépense réelle peut être beaucoup plus faible.

Il ne reste plus, après cet étalonnage, qu'à déterminer les résistances des circuits, la self-induction et la capacité du circuit dérivé.

La graduation en courant alternatif ne peut être faite avec une puissance fictive que si on ne cherche pas une grande précision, car il est possible de demander U et I à deux sources différentes; par exemple, à deux transformateurs différents, branchés sur le même circuit; mais alors il faut déterminer la différence de phase Φ de ces deux courants, ce qui est assez délicat. L'emploi du courant alternatif semble donc devoir être, de préférence, réservé aux appareils qui exigent ce courant et là où la précision est moins absolue. Cependant, par comparaison avec un bon wattmètre électrodynamique et en se réservant la faculté de faire varier Φ, les courants alternatifs fournissent un moyen commode de vérification et d'étalonnage des wattmètres à induction.

Pour obtenir toute la précision possible, il faut disposer d'un alternateur à vitesse très régulière. Un petit alternateur commandé par un moteur à courant continu, alimenté lui-même par des accumulateurs, est excellent dans ce cas. H. Armagnat.

[1] *L'Éclairage électrique*, 24 sept. 1898, p. 525.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

La télégraphie sans fil. — Les concessionnaires des phares du Nord se sont décidés à adopter la télégraphie sans fil comme moyen de communication entre le continent et quelques-uns de leurs phares. La première installation qu'on fera en collaboration avec la *Lloyd's Shipping Agence*, se trouve aux Iles Hannan, qui sont situées à une distance de 22 km de la côte ouest de Lewis, laquelle est pratiquement la première terre que voient les bateaux qui viennent de l'Amérique par la route du nord. On emploiera le système Marconi.

Signor Marconi ne paraît pas être découragé par les critiques qu'on a faites de ses messages atlantiques, et on dit qu'il s'est maintenant définitivement décidé à s'installer dans une station de câble au Canada, et qu'il inaugurera un service de messages sans fil en Amérique, au mois de juin de l'année courante. On dit aussi qu'il a l'intention de faire placer un vaisseau en pleine mer, comme station de relais sans fil, et, apparemment, cette nouvelle a fait que les actions des Compagnies de câbles, en Amérique, ont baissé de prix.

L'Institution of Electrical Engineers. — Pendant l'automne dernier, une grande partie des membres de l'Institut ont visité l'Allemagne, où ils furent reçus avec beaucoup de cordialité et fêtés avec grande amitié. Ils ont aussi vu l'application pratique de l'électricité dans les travaux publics et ils ont visité plusieurs usines prinpales, parmi lesquelles se trouvent celles de M. Lahmeyer et les usines renommées de Luisenstrasse, à Berlin, aussi bien que celles de Dresde et d'Essen.

A la réunion ordinaire d'il y a quelques jours, M. W.-E. Langdon présida, et on discuta les rapports des diverses commissions sur les résultats de cette visite. M. Patchett lut le rapport sur la traction, l'éclairage et la distribution de l'énergie, et il y mentionne avec grands détails le système de marche des usines et les méthodes adoptées.

Les usines d'électricité de Berlin ont mis en évidence l'adoption du système triphasé par une Compagnie de courant continu, aussitôt qu'il fut devenu nécessaire de transmettre l'énergie électrique sur une grande échelle à des stations situées à quelque distance du centre de la ville. A Charlottenbourg, avec une population de 150 000 habitants, MM. Lahmeyer ont adopté, dès le début, le système triphasé, mais simultanément avec le système à courant continu, les proportions relatives des deux installations de génération étant à peu près comme 6 et 4.

L'amploi des batteries d'accumulateurs a été trouvé beaucoup plus considérable en Allemagne qu'en Angleterre, et quant à la traction, on emploie beaucoup les tramways à accumulateurs dans le centre des grandes villes, en particulier à Dusseldorf et Berlin, quoique à Dresde on ait adopté le système à caniveau au milieu de la ville. On donna aussi une description du chemin de fer suspendu monorail de Langen.

M. le colonel Crompton R. E. lut le rapport de la commission sur l'industrie électrique en général, et, en parlant du travail, il dit qu'il existait une grande différence d'opinions sur le point de savoir si l'ouvrier allemand montre cette vigueur et cette discipline militaire qu'on lui accorde ordinairement. On a reconnu généralement que la production par homme est moindre qu'elle ne l'est en Angleterre, car il y a une perte considérable de temps en commençant et en terminant le travail.

M. Kingsbury lut un rapport sur les télégraphes et les téléphones, dans lequel il dit qu'à Berlin le taux des conversations dans le centre de la cité et dans les environs immédiats était de 180 marks par an et 200 marks pour les quartiers extérieurs, et qu'il y avait aussi une taxe de service fixée à 6 centimes, et aussi des machines automatiques avec un taux de 26 centimes dans le centre de la cité et 30 centimes pour les quartiers éloignés pour une conversation de trois minutes; de plus, on suspend le service téléphonique dans Berlin lorsqu'on craint un orage. Dans le cours de la discussion à laquelle M. A. Siemens et M. le colonel Webber prirent part, on a reconnu l'hospitalité charmante qui avait été accordée aux membres de l'association et la manière cordiale avec laquelle ils avaient été reçus, malgré la crise industrielle sévère qui régnait au moment de leur visite. On a remercié les diverses commissions de leurs travaux.

Le chemin de fer électrique de North Shields à South Shields. — On a déposé au bureau de bills particuliers de la Chambre des Communes, pour cette session, un bill pour améliorer les moyens de communication à travers le Tyne, entre North et South Shields. Dans ce bill, on propose d'incorporer la *North et South Shields Electric Railway C°*, avec la permission de construire un chemin de fer d'une longueur de 1,2 km au-desous du fleuve Tyne d'un point en Tynemouth à South Shields. On propose, pour le capital de cette société, la somme de 4 500 000 fr.

Le temps demandé pour la construction du chemin de fer est de cinq ans depuis le moment où le bill passera. et, afin de faciliter la souscription du capital nécessaire, on propose d'employer une faible partie du capital à payer l'intérêt pendant la période de construction. Les billets pour les voyageurs seront de 20 centimes pour un voyage en première classe, et 10 centimes en deuxième classe.

Les tramways électriques de Portsmouth. — Sur ces tramways, pratiquement, tout le travail a été accompli par des fabricants anglais, y compris les générateurs et l'appareillage des voitures. L'installation de la station de génération a coûté près de 750 000 fr, la reconstruction de la voie permanente représente une dépense de plus de 5 000 000 de fr, et le matériel roulant est de près de 1 125 000 fr. On a entrepris les tramways dans le com-

mencement de 1901 et la reconstruction de la ligne fut commencée en février de l'année dernière; on adopta le système de trolley aérien. Le terrain est assez facile quant aux pentes, qui ne sont pas fréquentes et pas très fortes. Cependant les courbes sont très nombreuses et très fortes, le plus petit rayon étant de 10 mètres.

L'usine génératrice comporte trois chaudières tubulaires de Babcock et Wilcox chauffées à main d'homme, chacune pouvant, dans des conditions normales, vaporiser 5450 kg d'eau par heure à une pression de 11,2 kg par cm^2. Chaque chaudière est équipée d'un surchauffeur. On a fourni aussi un économiseur de Green de 192 tubes, dont les grattoirs sont actionnés par un moteur Lundell de 500 volts. Il y a deux pompes d'alimentation, l'une pouvant fournir 10 900 kg et l'autre 5450 kg d'eau par heure à la pression de la chaudière; elles sont du type à double effet.

On a installé un réservoir de charbon, qu'on a pourvu d'une petite ligne de tramways qui dessert la chaufferie.

Les condenseurs sont du type Worthington *Admiralty* à surface, un pour chaque machine; deux sont capables de condenser 5450 kg de vapeur par heure, tandis que le plus petit peut condenser 2725 kg par heure.

On emploie les condensateurs en même temps qu'une tour de refroidissement, construite en deux sections, dont chacune a une capacité suffisante pour fournir de l'eau pour un des grands condenseurs. La tour est munie de deux ventilateurs qui envoient l'air en dessous, actionnés par des moteurs électriques.

Il y a trois pompes combinées à air et à circulation et de plus un appareil à part est installé pour chaque condensateur. Les pompes à circulation sont capables d'élever de l'eau du réservoir au-dessous de la tour du refroidissement et de l'élever jusqu'en haut. On a prévu l'emplacement d'une troisième section lorsqu'on en aura besoin.

L'installation de génération consiste en trois machines à vapeur horizontales à petite vitesse, couplées à des dynamos type de traction, deux de 400 kw chacune et un de 200 kw. Les machines viennent de MM. Yates et Thom de Blackburn. Deux de ces machines sont du type horizontal à double effet, avec soupapes de Corliss, chacune peut développer 640 chevaux dans des conditions normales à la charge la plus économique, et 900 chevaux à leur charge maxima, lorsqu'elles fonctionnent à une vitesse de 90 à 100 tours par minute et avec une pression à la soupape d'arrêt de 10,5 kg par cm^2, en marchant avec condensation. La troisième machine est du type horizontal tandem à double effet, avec soupapes Corliss et elle développe 320 chevaux dans des conditions normales, avec une capacité de surcharge de 450 chevaux dans les mêmes conditions que les plus grandes machines.

Le diamètre du cylindre à haute pression dans la plus petite machine est 0,375 m et celui du cylindre à basse pression 0,75 m, la course est de 0,9 m; le diamètre du volant est de 4,8 m et son poids approximativement 22 000 kg. Il y a un système perfectionné de lubrification automatique fourni avec chaque machine. On a spécifié que la variation de vitesse ne doit pas excéder 2 pour 100 de la vitesse moyenne lorsque la charge varie dans les conditions d'exploitation ordinaire, et la plus grande variation dans les conditions de charge temporaire extrêmes ne doit pas excéder 5 pour 100 de la moyenne.

Les dynamos sont fournirs par MM. Dick, Kerr et Cie et elles ont été fabriquées par la *English Electric Manufacturing C°* avec laquelle ils sont associés.

Les trois machines sont du type multipolaire compound, de telle sorte que la tension à vide soit de 500 volts, montant à 550 volts à pleine charge. Chaque dynamo est capable de supporter sa pleine charge pendant vingt-quatre heures, et une surcharge de 25 pour 100 pendant une heure, et 50 pour 100 pendant des courtes périodes sans échauffement anormal ou étincelles au collecteur.

Les inducteurs consistent en une couronne circulaire en fonte, en deux moitiés. Les pièces polaires sont en acier fondu dans la culasse. Les induits sont du type denté monté sur un croisillon en fonte.

Le tableau de distribution est du type ordinaire de traction, il est divisé en 12 panneaux de marbre, portés sur des supports verticaux à quelques mètres de distance du mur. On a muni d'interrupteurs automatiques les panneaux des génératrices et des feeders ; tous les instruments sont du type ordinaire, et on a monté un panneau spécial pour satisfaire les exigences du *Board of Trade*.

La construction de la voie a été accomplie avec grande célérité. On la commença vers la fin de février de l'année dernière et lors de l'inauguration officielle, à la fin de septembre, on avait accompli une longueur totale de de 37,6 km de voie, au taux de 1 km par semaine. La longueur totale de la route est de 23,2 km, dont 22,4 km sont en double voie, et le reste en voie unique. La largeur est de 1 m et les rails, du type en poutre d'acier, pèsent 44,7 kg par mètre, et ont des longueurs de 12 m.

Les rails sont éclissés électriquement par deux bandes en cuivre « Neptune » et ils ont des bandes en travers chaque 12 m.

Le matériel roulant comprend 80 voitures à double étage et truck simple, fabriquées par les *Electric Railway and Tramway Carriage Works*, et équipées électriquement par la *English Electric Manufacturing C°*, toutes les deux de Preston; les caisses des tramways sont construites avec l'escalier reversé de « Bellamy », chaque voiture est équipée de 14 lampes de 16 bougies dont six sont en dedans.

Les trucks sont du type Brill, et ils sont munis de freins à main et de freins électriques. Les contrôleurs sont du type série-parallèle, avec « souffleur d'étincelles » et les moteurs sont chacun de 25 chevaux.

C. D.



REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 23 décembre 1901.

Lois de l'énergie électrique. — Note de M. E. Carvallo, présentée par M. Sarrau. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Contribution à l'étude des tubes de Geissler dans un champ magnétique. — Note de M. H. Pellat, présentée par M. Lippmann. — Les tubes dont je me suis servi étaient cylindriques, avaient 1 m de long et 17 mm de diamètre extérieur; ils étaient pourvus de grosses électrodes en aluminium. L'un contenait des vapeurs d'alcool ou d'éther et donnait de belles stratifications; un second ne contenait que de l'oxygène raréfié; le troisième, qui donnait aussi de très belles stratifications, contenait de l'hydrogène mélangé d'un peu d'azote (d'après l'analyse spectrale). Les phénomènes dont je vais parler étaient les mêmes pour les trois tubes. Le champ magnétique était fourni par un électro-aimant Weiss.

I. Si l'on place un de ces tubes entre les pôles de l'électro-aimant, de façon que sa direction soit perpendiculaire au champ magnétique, dès que le champ est produit, on voit les phénomènes suivants:

La lumière anodique se réduit à un mince filet collé à la paroi du tube dans la partie où le champ est intense, ce qui est un phénomène bien connu et facilement explicable par l'action électromagnétique qu'exerce le champ sur le courant constitué par le flux anodique. Mais, en même temps, on voit les stratifications se resserrer dans la partie soumise au champ et d'autant plus que celui-ci est plus intense. Le tube étant assez long pour que l'anode et la cathode fussent sensiblement soustraites à l'action du champ, on peut remarquer que, pendant la période où le champ croît (qui est assez longue dans un puissant électro-aimant, à cause de la self-induction), les stratifications se tassent du côté où le champ est le plus intense; tandis que de nouvelles stratifications semblent s'échapper de l'anode, du côté de la cathode, au contraire, les stratifications restent immobiles. A en juger seulement par les apparences, on dirait que la matière contenue entre deux strates obscures reste constante, pendant que le champ augmente d'intensité, et qu'elle se condense dans la partie soumise au champ, tandis qu'une nouvelle quantité de matière s'échappe de l'anode pour combler le vide produit par le tassement de la matière dans le champ. Ce n'est là qu'une image, bien entendu, pour faire comprendre l'aspect du phénomène. Il va sans dire que, si l'on fait décroître l'intensité du champ magnétique, on voit les phénomènes inverses se produire.

En même temps on observe un autre phénomène : les stratifications, normales à l'axe du tube dans les parties non soumises à l'action du champ, deviennent obliques à l'axe dans le champ et d'autant plus que celui-ci est plus intense, sans toutefois que cette inclination dépasse 45°, autant qu'on peut en juger [1].

La loi de cette inclinaison est la suivante :

Les stratifications montent de la gauche à la droite d'un observateur qui serait placé dans l'axe du tube et qui regarderait dans le sens du champ (qui regarderait le pôle sud). *Le plan de la strate contient la direction du champ.*

Faisons remarquer qu'il est inutile d'indiquer si les pieds de l'observateur sont du côté de l'anode ou de la cathode, car si celui-ci venait à se retourner bout pour bout dans le tube, les stratifications monteraient encore de sa gauche à sa droite. Aussi, quand on vient à renverser le sens de la décharge dans le tube, le filet anodique dans le champ passe au côté opposé du tube, mais l'inclinaison des stratifications reste la même comme sens. Il en est autrement si l'on renverse le sens du champ magnétique : on voit alors l'inclinaison des stratifications changer de sens.

Le phénomène se produit aussi bien dans un champ uniforme que dans un champ non uniforme, dans un champ constant que dans un champ variable. Les champs les plus convenables, pour bien voir ces phénomènes d'obliquité, sont compris entre 90 et 170 unités C.G.S. Pour des champs plus intenses, les stratifications disparaissaient dans les tubes que j'ai employés.

II. Je vais signaler maintenant un second phénomène totalement différent du précédent et qui me paraît plus intéressant parce qu'il est paradoxal.

Pour observer ce phénomène, le tube est placé dans les trous pratiqués à l'intérieur des pièces polaires, afin de laisser passer les rayons lumineux dans les expériences de polarisation rotatoire. La portion du tube placée entre les pièces polaires de l'électro-aimant se trouve ainsi dans un champ intense, suivant la direction de celui-ci. Dans mes expériences, ces pièces polaires étaient constituées par des cylindres de 0,07 m de diamètre, terminées par des faces planes, et distantes de 0,04 m et 0,05 m.

En l'absence du champ, la portion du tube comprise entre les pièces polaires est complètement remplie par la lumière anodique; mais, dès qu'on produit un champ intense (2500 à 3000 unités C.G.S.), on voit le faisceau anodique diminuer de diamètre et ne plus occuper qu'un tiers environ de la section du tube suivant l'axe, de façon que la lumière anodique ne touche plus les parois du tube.

Il paraît difficile d'expliquer ce phénomène par une action électromagnétique : 1° parce que le courant est ainsi dirigé suivant la direction même du champ et que,

[1] Je n'ai pas mesuré cette inclinaison; elle n'est pas constante, du reste, dans l'étendue d'une même strate, car celle-ci prend une forme nettement courbe.

du reste, tout est symétrique autour du tube; 2° parce que, si l'on change soit le sens du courant en intervertissant les rôles des électrodes, soit le sens du champ, le phénomène ne change pas de sens, ce qui est contraire à la loi des actions électromagnétiques.

On ne voit donc, comme possible, qu'une action simplement magnétique : les gaz, s'ils sont magnétiques, doivent se condenser dans les parties où le champ a le minimum d'intensité. Au moyen de la petite bobine exploratrice de Verdet, j'ai étudié l'intensité du champ dans ses différentes régions : il est à peu près uniforme entre les pièces polaires; pourtant il a un maximum d'intensité sur l'axe de symétrie; on trouve qu'en face des trous des pièces polaires, la valeur du champ est supérieure d'un trentième à la valeur qu'il possède en face du fer dans la partie voisine des trous. La concentration du gaz suivant l'axe du tube s'explique donc aisément pour un gaz magnétique, comme l'oxygène; mais le phénomène est le même pour l'hydrogène, et je me suis assuré dans ce cas, comme dans les autres, au moyen de l'analyse spectrale, de la nature du gaz qui compose le cylindre axial. Faut-il admettre que tous les gaz que j'ai étudiés, y compris l'hydrogène, sont magnétiques dans les circonstances où ils se trouvent quand ils sont illuminés par la décharge?

M. Fr. Meurisse adresse une Note relative à un nouveau manipulateur pour la télégraphie Morse. (Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

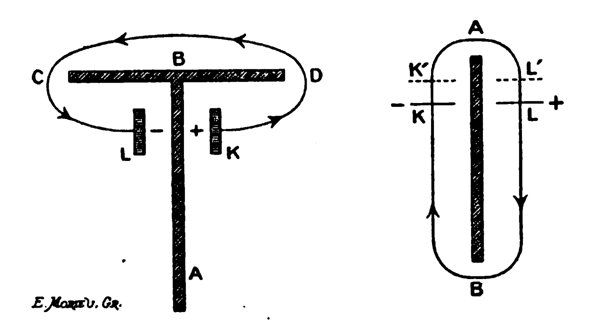
Séance du 30 décembre 1901.

Extension des deux lois de Kirchhoff. — Note de M. E. Carvallo, présentée par M. A. Cornu. (Voy. les *Comptes rendus*.)

Sur une nouvelle réaction entre les tubes électrostatiques et les isolateurs. — Note de M. W. de Nicolaïève, présentée par M. H. Poincaré. — Cette réaction spéciale s'observe dans le champ électrostatique que l'auteur a manifesté dans le sein des électrolytes pendant le passage du courant; les tubes de ce champ coïncident avec les lignes du courant, par suite, les matières isolantes, qui sont diélectriques pour les tubes du champ ordinaire, se comportent dans les électrolytes comme des matières diélectriques parfaites, c'est-à-dire dépourvues de perméabilité électrique. La Note relative aux divers effets du champ électrostatique au sein des électrolytes a été insérée dans les *Comptes rendus*.

Première expérience. — On place dans l'eau distillée un système de deux plaques verticales isolatrices, réciproquement perpendiculaires, dont les sections horizontales (AB) et (CD) ont la forme d'un T (fig. 1); dans les angles dièdres, formés par les plaques, immergent deux bandes d'étain de 15 cm à 20 cm de longueur et dont les sections horizontales sont (K) et (L). Sous l'influence des tubes de l'espèce (KDBCL), qui se forment dans l'eau pendant le passage du courant le long des bandes, ces dernières divergent et, si elles étaient chargées par les pôles d'un transformateur de 300 volts, les extrémités se déplaceraient de 20 mm vers (C) et (D); le complexe des tubes semblables à (KDBCL) peuvent exister seulement grâce à la réaction du diaphragme sur eux; au contraire, les tubes agissent sur ce dernier en le comprimant.

Deuxième expérience. — Deux bandes (K) et (L) (fig. 2) sont suspendues dans l'eau et séparées l'une de l'autre par une cloison en verre (AB); les tubes électrostatiques de l'espèce (LAK) déplacent les bandes dans les positions (K') et (L'), de sorte que deux corps, unis par les forces réactives, se déplacent dans une même direction, ce qui est contraire à la



loi fondamentale de la réaction; la seule explication plausible est que l'arête (A) réagit sur les tubes (LAK), qui jouent le rôle d'un élastique tendu, appuyé sur l'arête et tirant les bandes.

Troisième expérience. — Deux fils ou bandes métalliques (K) et (L) (fig. 2), immergés dans l'eau, sont fixes et la cloison (AB) en mica, flottant au moyen d'un bouchon, est mobile; étant dans la position (AB), elle se meut de (A) vers (B), contrairement au mouvement des bandes mobiles dans la deuxième expérience; c'est la différence des tensions des tubes (LAK) et (LBK) qui constitue la force motrice. Quand l'arête (A) a passé la ligne des électrodes (KL), les tubes issus des autres faces des électrodes agissent toujours dans la même direction; quand le mica est parallèle au plan (KL), elle s'éloigne d'eux; ce mouvement est produit par les poussées des tubes; de pareilles poussées doivent éprouver les parois des vases contenant les électrolytes. Pour contrôler l'expérience et se persuader que ce ne sont pas les courants au sein du liquide qui produisent les mouvements du mica, on mettait en série deux électrolytes, dont l'un et l'autre étaient de l'eau distillée; après que le mica s'était mû dans un électrolyte, on dissolvait dedans une petite quantité de sel de chlorure de sodium; le courant devenait plus fort, mais le champ électrostatique devenait plus faible et le mica ne montrait presque aucune trace de mouvement [1]. L'auteur a l'intention de faire la troisième expérience au sein des gaz raréfiés, ou par l'effet de l'ionisation. Les tubes électrostatiques peuvent aussi coïncider avec les tubes du courant, mais où aussi entrera en compte l'influence des lignes statiques sur les parois.

Quatrième expérience. — Un pendule en mica, mobile autour d'un axe léger en verre, parallèle à la ligne des électrodes et placé perpendiculairement à la ligne des électrodes d'une machine électrostatique de Holz, s'éloigne des électrodes si une partie du pendule masque la ligne des électrodes et oblige l'étincelle à se détourner de la voie la plus directe. Si l'air est ionisé par les charges des électrodes, l'effet peut être attribué aux réactions des tubes électrostatiques sur le bord du mica; autrement, la cause du mouvement est tout autre.

[1] Les feuilles d'étain, flottant dans l'eau au lieu des plaques de mica, se comportaient d'une manière contraire.

Action des courants de haute fréquence (application directe) sur les animaux. — Note de MM. H. Bordier et Lecomte, présentée par M. d'Arsonval. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur les maxima électrocapillaires de quelques composés organiques. — Note de M. Gouy. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Séance du 6 janvier 1902.

Sur le champ électrostatique autour d'un courant électrique et sur la théorie du professeur Poynting. — Note de M. W. de Nicolaïève, présentée par M. H. Poincare. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Équations générales de l'électrodynamique dans les conducteurs et les diélectriques parfaits en repos. — Note de M. E. Carvallo, présentée par M. H. Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Nouvelle méthode pour la mesure et l'inscription des températures élevées. — Note de M. André Job, présentée par M. J. Violle. — J'ai indiqué, il y a quelque temps [1], une nouvelle méthode pour l'étude de la viscosité des gaz : on produit l'électrolyse dans un voltamètre où les gaz dégagés ne trouvent d'autre issue qu'un tube capillaire [2]. Il en résulte un excès de pression dans l'appareil et, comme le débit est connu, cet excès de pression mesure la viscosité.

Cette méthode très simple se prête à de nombreuses applications. Je vais en décrire une qui est particulièrement importante au point de vue pratique : la mesure des températures.

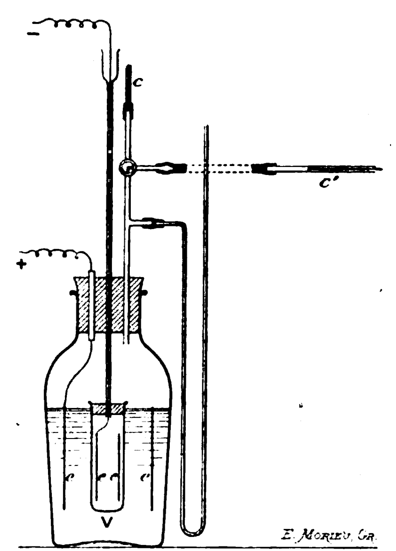
On sait depuis Graham que la viscosité d'un gaz augmente rapidement quand la température s'élève. Si cette propriété était susceptible de mesures précises, elle pourrait donc servir à repérer la température et l'on réaliserait, sous une forme nouvelle, un véritable thermomètre à gaz. Un essai dans ce sens a été tenté par Barus (*Geological Survey of U. S.*, 1889) et, depuis, Callendar (*Nature*, t. XLIX, p. 494) a décrit un appareil fondé sur le même principe.

Les méthodes qu'ils proposent peuvent donner des résultats entre des mains de physiciens exercés ; mais elles sont trop compliquées et trop délicates pour entrer dans la pratique courante. Au contraire, toute difficulté disparait si l'on emploie le voltamètre.

Supposons qu'on dirige le courant constant de gaz électrolytique successivement dans deux tubes capillaires, l'un froid et l'autre chaud. L'excès de pression produit dans le voltamètre passe d'une valeur h à une valeur H, et le rapport $\frac{H}{h}$ ne dépend que de l'écart des températures. La simple lecture du manomètre donne donc la mesure de cet écart.

Pour réaliser l'appareil, il faut disposer le voltamètre pour que l'hydrogène et l'oxygène s'y dégagent séparément. Il ne conviendrait pas, en effet, d'envoyer leur mélange dans un tube fortement chauffé. Il ne convient pas non plus d'y envoyer de l'hydrogène qui, aux températures élevées, se diffuserait à travers les enveloppes. La mesure du débit doit donc porter sur l'oxygène.

La figure indique la disposition qu'on donnera à l'appareil. On prend un flacon à large col d'environ 250 cm³, fermé par un bouchon de caoutchouc à trois trous. L'un des trous livre passage à une tige métallique pleine qui supporte une électrode en tôle mince. Dans un autre trou on fait passer un tube à entonnoir. Ce tube pénètre, par sa partie inférieure, dans le bouchon d'un vase poreux V qui se trouve ainsi suspendu à l'intérieur du flacon. Le vase poreux contient la seconde électrode en tôle, et un fil de fer glissé dans le tube la met en communication avec le circuit extérieur. Ainsi se trouvent constituées les deux cellules électrolytiques. On y verse une solution de soude à 15 pour 100 qu'on recouvre



d'une légère couche de pétrole pour l'empêcher de mousser. Quand le courant passe, le gaz libéré sur l'électrode intérieure s'échappe par le tube à entonnoir ; on fera en sorte que ce soit l'hydrogène. L'oxygène se dégage à l'intérieur du flacon. Pour mesurer son débit, on ajuste dans le bouchon un tube en T dont l'une des branches porte un manomètre à eau, et l'autre un robinet de dégagement à trois voies relié par des tubes de caoutchouc aux deux tiges capillaires (c, c').

Il faut maintenant faire choix des tubes capillaires. L'un d'eux est un tube témoin qui doit rester à la température ordinaire. Ce sera une simple tige pour thermomètre. L'autre doit être porté dans le foyer ; il faut donc le choisir de telle sorte qu'il puisse supporter de hautes températures sans éprouver de déformations permanentes. On peut trouver aisément des tubes de porcelaine dont le diamètre intérieur ne dépasse pas 1 mm. Un tel tube n'est pas encore assez fin, mais, si l'on y engage sur une longueur d'environ 5 mm un fil de platine capable d'y glisser à frottement doux, l'espace compris entre le fil et son enveloppe est assez étroit pour réaliser un obstacle capillaire [1].

[1] Séances de la Société de physique, janvier 1901.

[2] Ce voltamètre que chacun peut construire aisément, remplace avec avantage l'ampèremètre dans les laboratoires d'électrochimie (*Bull. de la Soc. de chim.*, 3e série, t. XXV, p. 7). Je dois rappeler que MM. Bredig et Hahn, en Allemagne, ont, en même temps que moi, imaginé le même appareil.

[1] Il suffit que, pour un débit d'un ampère-oxygène, le tube crée, à la température ordinaire, un excès de pression d'environ 300 mm d'eau.



L'appareil ainsi constitué a été étudié par comparaison avec un pyromètre thermoélectrique de M. Le Chatelier. Le tube capillaire et le couple ont été placés côte à côte dans un four et portés plusieurs fois à des températures d'environ 1200°. J'ai constaté que les mesures de pression et les indications du galvanomètre demeuraient toujours parfaitement concordantes. Le pyromètre à viscosité reste donc comparable à lui-même. C'était facile à prévoir : le fil de platine est bien maintenu dans une position invariable à l'intérieur de sa gaine de porcelaine. De plus, il s'y trouve constamment baigné dans un courant d'oxygène qui le préserve de toute altération.

La comparaison a conduit, en outre, à un résultat important. *Le rapport* $\frac{H}{h}$ *variait comme une fonction linéaire de la température*. Il résulte de là qu'il suffit de déterminer deux points fixes pour connaître complètement la graduation de l'appareil.

En somme, on a là un pyromètre très commode, précis et sensible, que chaque opérateur peut construire et graduer lui-même. Il semble appelé à rendre des services dans les cas où l'installation d'un galvanomètre et d'un couple fait défaut. Mais il présente, en outre, un avantage nouveau : les variations de températuae étant traduites par des variations de pression, leur inscription est rendue facile. On fera passer dans le voltamètre un courant d'intensité constante, le gaz dégagé sera dirigé d'une façon permanente dans le tube capillaire chaud, et un manomètre enregistreur relié au voltamètre tracera la courbe des températures.

Je me propose de compléter bientôt et d'interpréter ces résultats. Le système capillaire platine-porcelaine, très commode au point de vue pratique, n'est pas assez simple pour l'étude théorique des variations de viscosité. Je la reprends actuellement avec des tubes capillaires cylindriques et d'une seule matière.

Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1902. — Note de M. Th. Moureaux, présentée par M. Mascart. — J'ai montré récemment [1] que le champ magnétique terrestre est troublé à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, depuis l'établissement des lignes de tramways électriques à trolley dans la région. Pour la même cause, les observations magnétiques de Nice et de Perpignan ne présentent plus maintenant une garantie suffisante pour être publiées. Je dois donc me borner, cette année, à donner les valeurs obtenues à l'Observatoire du Val-Joyeux.

Ce nouvel établissement, destiné à remplacer la station magnétique du Parc Saint-Maur, est situé sur le territoire de la commune de Villepreux, à 9 km ONO de Versailles, par 0°19′23″ de longitude ouest de Paris, et 48°49′16″ de latitude nord. Le magnétographe de M. Mascart, mis en service en décembre 1900, a fonctionné très régulièrement pendant toute l'année 1901. Les courbes de variations, dont les repères sont fréquemment vérifiés, sont dépouillées pour chaque heure du jour.

[1] *Comptes rendus*, 1901, t. CXXXIII, p. 990.

Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1902 sont déduites de toutes les valeurs horaires relevées le 31 décembre 1901 et le 1er janvier 1902, rapportées à des mesures absolues faites aux dates qui précèdent et suivent immédiatement le 1er janvier. La variation séculaire résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1901 [1].

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'observatoire du Val-Joyeux.

Val-Joyeux.	Valeurs absolues du 1er janv. 1902.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale.	15°10′,55	— 4′,05
Inclinaison	64°58′,2	— 1′,7
Composante horizontale	0,19684	+ 0,00022
Composante verticale.	0,42156	— 0,00005
Composante nord	0,18908	+ 0,00027
Composante ouest.	0,05152	— 0,00016
Force totale.	0,46525	+ 0,00005

Les observations magnétiques du Val-Joyeux sont faites sous ma direction par M. J. Itié, aide-météorologiste.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 8 janvier 1902.

La séance est ouverte à 8h 30m sous la présidence de M. Hillairet.

Après l'expédition des affaires courantes M. Sartiaux donne lecture du rapport sur les travaux de la 4e section. (Propositions sur les conditions de réception des câbles électriques)

L'ordre du jour appelle ensuite la communication de M. le capitaine Ferrié sur la **Télégraphie sans fil.**

Depuis l'Exposition de 1900 la question n'a pas fait de progrès considérables au point de vue théorique; au contraire, au point de vue pratique, on est arrivé à accroître les distances de transmission dans de notables proportions.

M. Ferrié rappelle brièvement les étapes successives par lesquelles est passée cette intéressante question.

En 1895 eurent lieu les premières expériences de Marconi, d'un succès relatif, puis en 1899 ce même opérateur réalisa un transformateur spécial ou *jigger* qui permit d'étendre les communications à une distance de 100 à 200 km. D'autres expérimentateurs tels que M. Slaby ont pu augmenter récemment la distance et la porter à 300 ou 400 km.

Un grand nombre de théories ont été admises; M. Ferrié en cite trois : l'une basée sur la capacité électrostatique, une autre sur la conduction par le sol et une dernière sur l'induction électromagnétique.

M. Blondel en particulier admet que l'antenne étant le

[1] *Comptes rendus*, 1901, t. CXXVII, p. 30.

siège d'oscillations électriques, les lignes de force magnétiques sont concentriques à l'antenne. L'antenne de réception, coupant un certain nombre de ces lignes de force, est le siège d'une force électromotrice d'induction qui se trouve décelée par le cohéreur.

Aucune de ces théories ne satisfait complètement et ne donne une explication complète de tous les faits.

Rôle de l'antenne dans la transmission. — C'est l'antenne qui par sa capacité donne la période aux oscillations transmises.

On a essayé de mesurer directement cette période; M. Tissot a constaté qu'elle n'était pas constante [1], mais allait en s'amortissant, de plus la distance explosive faisait également varier la période, l'étincelle étant en raison inverse de la hauteur d'antenne.

La loi de la hauteur des antennes a été établie par Marconi, on peut l'écrire : $H = \alpha\sqrt{D}$, α étant un coefficient spécial et D la distance de transmission.

Forme des antennes. — Avec des fils variant de 1 à 5 mm de diamètre il n'y a pas de différence appréciable; mais avec de grandes surfaces on a d'autres résultats. M. Marconi, avec des tuyaux métalliques gros et courts, a pu communiquer à 40 km en mer au lieu d'employer de longues antennes filiformes.

Les antennes doivent avoir une certaine hauteur sans qu'il soit nécessaire qu'elles soient verticales, l'orientation par rapport à la direction n'a pas d'influence, car on communique très bien avec deux antennes placées dans des plans verticaux perpendiculaires.

Rôle de la terre. — M. Ferrié a essayé de supprimer complètement le rôle de la terre en la remplaçant par des plaques métalliques de 5 m² soigneusement isolées du sol. On a eu une bonne communication, mais il a fallu doubler la hauteur d'antenne. La terre paraît jouer : 1° le rôle d'une capacité; 2° elle maintient un des pôles de l'oscillateur et du cohéreur au potentiel zéro, enfin elle joue un rôle néfaste par les obstacles qu'elle présente. Ces derniers ne gênent pas absolument, mais on a remarqué qu'il faut sur terre une hauteur d'antenne deux fois plus grande que sur mer.

Perturbations. — Les causes des perturbations pouvant troubler la télégraphie sans fil sont très complexes, elles paraissent provenir : 1° des coups de foudre qui se traduisent par 2 ou 3 points sur la bande Morse, ils s'observent à 400 km de distance; 2° de la variation du potentiel terrestre, on constate en effet une abondance particulière de signaux parasites au coucher du soleil ou lorsque des nuages orageux passent au-dessus de l'antenne. Lors des dernières expériences de Marconi entre la Corse et le littoral les communications devenaient impossibles à partir de 10 heures du matin; cette action paraissait due à la température.

Perfectionnements apportés. — Pour franchir de plus grandes distances on a essayé de mieux utiliser l'énergie employée à la transmission, pour cela deux méthodes ont été employées, celle de Marconi et celle de Slaby.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 241, 10 janvier 1902, p. 17.

M. Marconi emploie au départ un transformateur dont le primaire est relié aux boules de l'éclateur en traversant un condensateur, le secondaire est relié à l'antenne d'une part et au sol d'autre part.

Le primaire qui réalise le montage de Tesla pour la haute fréquence a une période d'oscillation parfaitement connue, de plus les oscillations ne sont plus amorties par la présence du sol.

Pour la réception M. Marconi utilise un montage analogue. On arrive ainsi à construire des transformateurs appelés par M. Marconi *jiggers* qui sont accordés pour une fréquence déterminée.

M. Slaby n'emploie pas de transformateur, il utilise une self et une capacité qu'il règle convenablement pour résonner avec une fréquence déterminée, le transmetteur et le récepteur étant réglés pour la même fréquence.

M. Ferrié examine ensuite les cohéreurs et les anticohéreurs, il en donne plusieurs théories, en particulier celle de Lodge qui admet que les grains de limaille paraissent constituer les deux armatures d'un condensateur. Lorsque la charge est trop grande, le diélectrique se crève et l'étincelle soude les deux parties.

Les anticohéreurs sont généralement constitués par une glace dont on raye le tain par des traits fins. En présence de l'humidité la glace devient un anticohéreur, c'est-à-dire qu'elle ne laisse plus passer le courant lorsqu'elle se trouve dans un champ hertzien, mais ces appareils ont un fonctionnement plutôt irrégulier.

Les cohéreurs les plus employés sont ceux à limaille.

M. Marconi emploie des électrodes de maillechort entre lesquelles il place de la limaille de nickel et d'argent. M. Tissot emploie de la limaille de fer dont il règle la pression à l'aide d'un aimant. M. Blondel a rendu la quantité de limaille réglable à l'aide d'une électrode évidée contenant une réserve de limaille.

La force électromotrice employée doit être aussi faible que possible et il faut faire varier la quantité de limaille avec la valeur de cette f. é. m., c'est ce qui explique l'emploi des cohéreurs à réserve de limaille.

Inconvénients de la télégraphie sans fil. — Organes délicats et compliqués, aucune sécurité pour les communications à cause du phénomène de la résonance multiple. D'autre part les perturbations atmosphériques gênent complètement. Le rendement est très faible et les transmissions lentes.

M. Hillairet remercie M. le capitaine Ferrié de son intéressante communication et en remet la discussion à une date ultérieure.

Après une courte allocution de M. Mascart sur des questions d'ordre administratif, M. Cornu montre comment il a pu faire la **Mesure stroboscopique de la loi des vitesses d'une machine Otto**; de nombreuses projections mettent sous les yeux de la Société les résultats obtenus.

L'ordre du jour appelle ensuite la discussion sur les **Procédés de mesure de l'écart angulaire d'une**



machine; résultats du procédé stroboscopique Sartori, par M. J. Blondin.

M. Sartori emploie deux disques tournant en sens contraire percés de fentes en développantes de cercle, l'un est commandé par l'alternateur dont il suit le mouvement, l'autre par un moteur électrique à vitesse constante.

Les fentes ont leur courbure en sens inverse sur chaque disque. Si on place derrière une source lumineuse (un écran fortement éclairé par exemple), l'œil d'un observateur, placé en avant, verra un cercle brillant provenant du passage de la lumière au travers des fentes. Si le mouvement de l'alternateur est uniforme le diamètre du cercle restera constant; il variera, au contraire, si le mouvement est irrégulier et l'expérience a montré qu'une variation d'écart angulaire de 0°24 se traduisait par une variation de rayon du cercle lumineux de 10 mm [1].

M. Hillairet remercie M. Blondin de son intéressant exposé et lève la séance à 11 heures, A. S.

[1] L'appareil de M. Sartori est identique à celui présenté par MM. Georges S. Moler et le Dr Frédéric Bedell à l'*American Institute of Electrical Engineers* le 17 mai 1894, sous le titre *An optical phase indicator and synchronizer*.

BIBLIOGRAPHIE

Éléments d'automobile. — Voitures a vapeur. — Voitures électriques. — Voitures a pétrole, par L. Baudry de Saunier. — *Vve Ch. Dunod*, éditeur.

L'auteur, bien connu par ses précédents ouvrages de vulgarisation, en vélocipédie et en automobile, a voulu ajouter à sa remarquable collection un ouvrage encore plus élémentaire, un livre populaire de prix minime, intitulé : « Éléments d'automobile ». L'auteur y indique immédiatement, par de nombreux sous-titres le but qu'il a poursuivi. D'abord sur la couverture bariolée, à dessins modern-style : « Ce qu'un homme intelligent doit savoir de la question automobile »; ensuite, en première page: « Notions sommaires sur la question des voitures automobiles, sur leur fonctionnement, sur leur utilité, sur les changements qu'elles apportent dans les mœurs, dans les affaires, dans la circulation, dans la vie du pays ».

« Voitures à vapeur, voitures électriques, voitures à pétrole ».

Orné de figures schématiques très bien faites et écrit en un style clair, facilement assimilable par les lecteurs auxquels il est destiné, l'ouvrage remplit bien le but que s'est proposé l'auteur.

Dans les voitures à vapeur, nous trouvons, après quelques pages sur les moteurs à vapeur, la description des voitures Serpollet.

Dans les voitures électriques, l'auteur, pour expliquer ce qu'est un moteur électrique à courant continu, constitue de toutes pièces au moyen d'un aimant, et d'une navette dont le fil est relié à deux bagues, un moteur synchrone à courant alternatif, qu'il fait tourner, en l'actionnant par le courant... d'une pile ou d'un accumulateur.

Il nous suffira de signaler à l'auteur cette erreur qui lui a certainement échappée, pour qu'il modifie le texte et la gravure.

Dans les voitures à pétrole, après l'étude générale du carburateur, du moteur, des changements de vitesse, de la direction et des freins, un seul système de voiture, la voiture légère Hautier, est décrit d'ensemble. Vient ensuite une courte description du carburateur et du moteur Centaure de 40 chevaux.

Tout un chapitre appuyé de pages d'annonces est consacré aux appareils accessoires : graisseurs de la maison Henry, de la maison Desponts et Godefroy, de la maison Dubrulle; vêtements automobiles de la maison Ström.

L'ouvrage se termine par une liste d'une vingtaine de maisons recommandées par l'auteur.

En somme bon ouvrage très élémentaire, œuvre de vulgarisation nuancée il est vrai de réclame, mais dans lequel la cause de l'automobile est chaudement soutenue et défendue, et qui ne pourra que contribuer à augmenter le nombre des partisans de la locomotion nouvelle.

P. Gasnier.

Prescriptions de sécurité relatives aux installations électriques à courant fort, traduites de l'allemand par Stadler. — *Hoste*, imprimeur-éditeur. Gand, 1901.

Nous ne pouvons qu'applaudir à l'inspiration qu'ont eue auteur et éditeur ci-dessus de publier sous forme portative, pour favoriser leur propagation, ces prescriptions émanées de l'Association des électrotechniciens allemands et qui sont encore, si nous ne nous trompons, ce qui a été de mieux étudié et de plus développé sur le sujet. Leur emploi est d'autant plus facilité qu'elles sont divisées en trois petites plaquettes de poche, cartonnées en couleurs différentes pour éviter les confusions et respectivement afférentes : l'une aux installations sous basse tension, soit 250 volts; l'autre aux tensions moyennes, soit 250 à 1000 volts; et la troisième aux tensions élevées, c'est-à-dire supérieures à 1000 volts.

Ces utiles prescriptions se trouvent à Paris chez Mme veuve Dunod, où elles sont certainement très bien placées; mais ce n'est pas une raison pour les y laisser.

E. B.

Instruments et méthodes de mesures électriques industrielles (2e édition), par Armagnat. — *C. Naud*, éditeur, Paris, 1902.

Avec quel plaisir et quelle sûreté on signale les œuvres consciencieuses des hommes modestes et sérieux, et comme on est à l'aise pour en parler, comparativemen

à la contrainte ou à la réserve imposée devant certains autres ouvrages. Bien qu'il s'agisse ici de la seconde édition d'un livre dont nous avons déjà entretenu nos lecteurs lors de sa première apparition et avec tous les éloges qu'il mérite, nous sommes heureux d'y revenir et de le voir revenir lui-même plus opportunément que jamais, c'est-à-dire notablement augmenté en ce qui touche les appareils à courants alternatifs, dont les progrès ont été si rapides dans ces dernières années, et les méthodes de mesures spéciales à ces mêmes courants, telles que celles de la fréquence, de la phase, de la forme du courant, etc. — Malgré ses attaches bien connues à la maison Carpentier ou en raison même de ces attaches l'auteur a tenu essentiellement à rester dans son travail aussi indépendant que possible, et ce louable caractère semble être une de ses principales préoccupations, à en juger par ce passage de sa préface : « Si, dans beaucoup de cas, on peut, dit-il, constater une tendance à signaler de préférence certains instruments ou certaines méthodes, *cela n'implique nullement une supériorité quelconque* de ceux-ci; cela tient uniquement à ce fait que, pour donner aux explications une forme plus concrète, nous avons naturellement décrit les appareils et les méthodes dont nous avons l'habitude; on devra donc toujours se rappeler que d'*autres instruments* ou d'*autres méthodes*, basés sur les mêmes principes, *sont susceptibles de rendre les mêmes services* ». Et un peu plus loin, de peur de paraître faire de la réclame par la description détaillée de certains instruments à laquelle il est conduit par les nécessités des démonstrations, il s'empresse d'ajouter : « Nous avons cherché à dégager pour chaque appareil les principes généraux communs à tous ceux de la même espèce ». — Il est impossible d'apporter plus de délicatesse dans le fond et plus de simplicité dans la forme. Ce sont choses si rares aujourd'hui que nous nous faisons un devoir et un honneur de les mettre en évidence en exprimant à l'auteur toute notre sympathie.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur le contenu de ce volume éminemment pratique et industriel, très élégamment édité d'ailleurs. Il nous suffira d'ajouter que, pour la facilité des recherches l'auteur a agrémenté cette nouvelle édition d'une table *alphabétique* que, dans la préface comme dans le titre, éditeur et lui appellent par erreur table « analytique ». La correction en sera facile lors de la prochaine édition qui ne tardera certainement pas, étant donnée la rapidité avec laquelle s'est enlevée la première. E. B.

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par A. Dumas. — *Le Génie civil* et *Ch. Béranger*, éditeurs. Paris, 1901.

C'est bien à la maison Béranger, un des principaux éditeurs de ce qui touche aux constructions du génie civil sous une forme quelconque, qu'il appartenait de publier en volume cette monographie antérieurement parue en articles séparés dans *Le Génie civil*. Ainsi remaniée ou tout au moins remise en forme, l'œuvre y gagne en homogénéité et se trouve en outre rehaussée par le luxe de bon aloi donné à sa publication. Beau papier, mise en pages soignée, caractères d'une grande netteté, vues photographiques, dessins et plans d'exécution très multipliés, planches en couleurs hors texte, rien n'y manque pour séduire l'acheteur et en faire un livre à l'usage des gens du monde aussi bien que des techniciens, tous intéressés, à divers titres, par cette opération si lontemps critiquée et combattue avant de devenir un succès.

Description du réseau tant projeté qu'exécuté, usine génératrice de Bercy, exploitation des lignes en service, construction actuellement en cours, matériel fixe et roulant, signaux, etc., sont autant de points de vue étudiés et dignes de fixer l'attention dans les circonstances particulières d'établissement, de traction et de circulation qui caractérisent cette innovation. Aussi est-il presque superflu de souhaiter à la publication un succès qui lui est acquis d'avance. E. B.

Législation des chutes d'eau, par Paul Bougault. — *A. Grattier et Cie*, éditeurs, Grenoble, 1902; *Desforges*, libraire-dépositaire, à Paris.

Parallèlement à notre bibliothèque électrotechnique depuis longtemps en cours de formation et qui s'enrichit chaque jour, la bibliothèque juridique de l'électricité commence à se constituer. Nous avons eu déjà l'occasion de signaler ici même plusieurs ouvrages intéressants à ce point de vue et dont la qualité semble compenser la rareté. Celui-ci ne le cède en rien à ses devanciers, étant donné le prix qui s'attache aujourd'hui à la captation des sources d'énergie malheureusement si longtemps inutilisées de la nature.

C'est d'ailleurs « Au pays de la houille blanche », ou du moins dans son voisinage, et sous la rubrique de cette collection d'études électrotechniques publiée sous le patronage du distingué M. Pionchon que paraît ce nouvel ouvrage. Manuel essentiellement pratique, il comprend un commentaire aussi complet que possible des lois et de la jurisprudence civiles et administratives qui régissent la propriété des sources, la domanialité des rivières et des cours d'eau non navigables et les droits de riveraineté. Il résume et analyse les formalités auxquelles donne lieu leur utilisation et se termine par une étude des réformes actuellement proposées, avec référence à un récent et très intéressant arrêt de la Cour de Grenoble sur la matière.

Nous ne pouvons que souhaiter à ce nouveau venu le succès qui a toujours accompagné les publications électriques de la librairie Grattier. E. B.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

311 948. — **Société Schneider et Cie.** — *Perfectionnements aux machines dynamo-électriques* (20 juin 1901).

311 964. — **Société d'exploitation des brevets Dolter.** — *Barres collectrices d'électricité pour circuit sectionné* (20 juin 1901).

311 974. — **Société la Française électrique.** — *Perfectionnements aux balais de dynamos* (21 juin 1901).

311 921. — **Hungerford.** — *Perfectionnement dans l'isolation électrique* (19 juin 1901).

311 939. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux systèmes de contrôle des moteurs électriques* (20 juin 1901).

311 861. — **Hogge et Pulsford.** — *Perfectionnements dans la fabrication des lampes à incandescence* (18 juin 1901).

311 926. — **Arzens.** — *Appareil interrupteur destiné à l'allumage et à l'extinction automatiques des lampes électriques placées dans des water-closets, caves ou endroits similaires* (19 juin 1901).

311 935. — **Combes et Bigot.** — *Fabrication de matériaux et diaphragmes poreux, très résistants aux actions chimiques et électro-chimiques* (19 juin 1901).

312 010. — **Ducousso.** — *Système d'appareil permettant d'enregistrer et de totaliser les communications téléphoniques taxées* (21 juin 1901).

312 013. — **Société National Pneumatic Service C°.** — *Procédés apportés aux têtes de lignes des appareils servant au transport des boîtes pour tubes pneumatiques* (21 juin 1901).

312 014. — **Société The Rowland Telegraphic C°.** — *Système perfectionné de télégraphie électrique* (21 juin 1901).

312 084. — **Burke.** — *Code perfectionné pour télégraphie électrique* (25 juin 1901).

312 031. — **De Laminière.** — *Accumulateur électrique* (22 juin 1901).

312 091. — **Madden.** — *Appareil pour fabriquer les plaques d'accumulateurs* (25 juin 1901).

312 011. — **Société Bassée et Michel.** — *Perfectionnements apportés aux interrupteurs, système Carpentier* (21 juin 1901).

312 083. — **De Kando.** — *Dispositif pour caler plusieurs appareils dans une suite déterminée et pour les décaler en tout autre ordre voulu* (25 juin 1901).

311 996. — **Lainé.** — *Contacts de supports de lampes électriques* (10 juin 1901).

312 017. — **Société The Long Arm System C°.** — *Appareil contrôleur régulateur pour moteurs actionnant des compresseurs* (21 juin 1901).

312 047. — **Scharf.** — *Procédé pour faire le vide dans les lampes à incandescence au moyen de pompes pneumatiques à mercure* (22 juin 1901).

312 166. — **Société Ch. Mildé fils et Cie.** — *Système d'électro-aimant à épanouissements polaires assurant le grand déplacement d'une pièce mobile* (26 juin 1901).

312 185. — **Meurisse.** — *Manipulateur destiné au télégraphe Morse et basé sur l'emploi de contacts métalliques de dimensions différentes diversement groupés* (25 juin 1901).

312 193. — **Musso.** — *Télégraphe imprimant en page* (27 juin 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société d'Électro-Métallurgie de Dives. — Les actionnaires de cette Société se sont réunis en Assemblée générale annuelle le 11 mai.

De la lecture des rapports qui leur a été faite, il résulte que pendant l'année 1900, l'industrie a présenté deux phases distinctes d'un caractère nettement opposé : durant le premier semestre, l'esprit d'entreprise, encouragé sans doute par l'approche et l'ouverture de l'Exposition universelle, s'est donné largement carrière en tous les pays; les créations de Sociétés ont été nombreuses et importantes; la production des usines, poussée aux plus extrêmes limites, n'a pu suffire aux commandes; la consommation des matières premières a atteint des chiffres si élevés, qu'on a pu craindre un instant la famine du charbon de terre. Puis, brusquement, dans le deuxième semestre, cet échafaudage de prospérité s'est effondré. Les causes de ce revirement soudain sont multiples et maintenant connues : l'insuccès financier des entreprises de l'Exposition, la prolongation de la guerre du Sud de l'Afrique, l'ouverture de la question chinoise, la crise monétaire en Russie, l'arrêt de la métallurgie de l'acier, conséquence du prix exagéré des cokes, tous ces incidents ont concouru à paralyser les affaires.

Naturellement, pour le cuivre, son industrie a subi le contre-coup de ces influences contraires : pendant le premier semestre, les commandes ont été importantes et les prix peu discutés; pendant le deuxième, les ordres sont devenus plus rares et la concurrence en a notablement abaissé les prix.

Ces considérations expliquent pourquoi les espérances que MM. les actionnaires avaient pu concevoir à la fin du premier semestre, après l'établissement du bilan provisoire, ne se sont pas trouvées intégralement confirmées par le bilan définitif au 31 décembre 1900.

La Société a réalisé pendant l'exercice 1900, un chiffre d'affaires de 16 850 000 fr contre 12 258 000 fr en 1899; l'accroissement est donc de 4 600 000 fr, ou 37 pour 100. Pendant l'exercice 1899, il a été vendu 5500 tonnes, pendant le suivant 7000 tonnes : chiffre correspondant à une augmentation de 27 pour 100.

On remarque au bilan une augmentation de 1 545 624,62 fr aux immobilisations permanentes. Cette augmentation correspond aux installations nouvelles, dont l'Assemblée générale extraordinaire d'avril 1899 avait décidé la création. Ces installations sont terminées et ont permis d'accroître la production dans des proportions appréciables.

Le chapitre III comprend les valeurs réalisables, dont le montant approche de 14 millions, les marchandises y sont comprises pour 10 413 207 fr.

Les comptes débiteurs atteignent 3 333 675 fr, en augmentation de près de 1 million d'une année à l'autre. C'est la conséquence des fournitures faites aux administrations publiques, dont les paiements se font toujours à longue échéance.

Pour mémoire figurent au bilan les actions de l'*English Electro-Metallurgical Company*, dont l'usine, installée par les ingénieurs de la Société, est maintenant à peu près terminée.

Au Passif, il convient de noter que les réserves inscrites forment un total de 1 million et demi, soit le dixième du capital-actions.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1900

Actif.

Immobilisations permanentes :		
Terrains, usines, matériel, cité ouvrière, mobilier, brevets, eau de source		11 143 752,90 fr.
Immobilisations temporaires :		
Frais de constitution de la Société, d'augmentation de capital et d'émission d'obligations	407 089,35	
Divers	21 282,93	
Primes de remboursement d'obligations	440 000,00	
		868 372,31
Valeurs à réaliser :		
Marchandises à l'usine, dans les dépôts, entrepôts chez divers et en route	10 413 207,37	
Débiteurs	3 533 675,25	
Avances diverses	71 257,73	
Actions ordinaires de The English electro-metallurgical C° (25000)	Mémoire.	
		15 818 140,33
Valeurs disponibles :		
Caisse. Portefeuille. Banquiers		848 559,20
Total		26 678 824,74 fr.

Passif.

Capital :		
Actions	15 000 000,00	
Obligations 4 pour 100	3 914 000,00	
		18 914 500,00 fr.
Réserve statutaire		204 131,59
Réserves d'amortissement :		
Des obligations 4 pour 100	85 500,00	
Des constructions et matériel	150 000,00	
		235 500,00
Réserve pour fluctuation des cours du cuivre		1 000 000,00
Provisions et réserves, suivant détail au compte de Profits et pertes		60 350,36
Engagements :		
Comptes créditeurs :		
Effets à payer, fournisseurs, etc.		4 954 791,58
Service des titres :		
Coupons arriérés	39 188,39	
Obligations à rembourser	47 492,00	
Intérêts des obligations 2e semestre	79 160,00	
		165 840,39
Profits et pertes :		
Bénéfices résultant de l'inventaire de 1900	1 150 885,98	
Reliquat de l'exercice précédent	12 825,14	
		1 163 711,12
Total		26 678 824,74 fr.

Sur les bénéfices nets de l'exercice, soit	1 150 885,98 fr
Il a fallu prélever, en exécution d'engagements spéciaux et temporaires une somme de	169 988,90
D'autre part porter à la réserve statutaire 5 pour 100 des bénéfices, soit	57 544,30
Le reliquat net distribuable comprend donc le solde bénéficiaire de l'exercice	923 552,78
Plus le reliquat de l'exercice précédent	12 825,14
Soit ensemble	936 177,92 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Débit.

Frais généraux du siège social :		
Administration, direction, personnel des bureaux, placiers, voyageurs, ingénieurs, entretien, loyers, voyages, dépêches, timbres-poste, renseignements commerciaux, etc.		298 576,26 fr.
Service des titres :		
Intérêt des obligations	158 320,00	
Amortissement de 87 obligations	43 500,00	
Impôts sur titres à la charge de la Société	8 534,38	
		210 354,38
Provisions :		
Pour primes d'assurances	6 241,85	
Pour impôts sur titres à la charge de la Société (4e trimestre)	2 834,46	
A reporter	9 076,31	508 930,64 fr.
Report	9 076,31	508 030,64 fr.
Pour escomptes sur créances non recouvrées au 31 décembre	27 000,00	
Pour honoraires des commissaires au comptes	2 400,00	
Pour moins-values sur échantillons à recouvrer	1 863,95	
Pour divers et imprévus	20 000,00	
		60 350,26
Solde créditeur		1 150 885,98
Total		1 720 166,88 fr.

Crédit.

Bénéfice industriel et commercial		1 667 287,32 fr.
Revenus :		
Loyers des cités ouvrières	50 879,56	
Divers	2 900,00	
		52 879,56
Total		1 720 166,88 fr.

RÉSOLUTIONS. — 1° L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui des Commissaires, approuve le bilan et les comptes du septième exercice clos le 31 décembre 1900.

2° L'Assemblée générale décide :

Que le solde bénéficiaire net de l'exercice de	932 352,78 fr.
Augmenté du reliquat de l'exercice précédent	12 825,14
Soit au total	936 177,92 fr.

sera ainsi réparti :

Dividende à raison de 27,50 fr par action	825 000,06 fr.
Amortissement des frais de constitution	87 089,35
Amortissement des immobilisations diverses	21 282,96
Report à nouveau	2 805,61
Total	936 177,92 fr.

3° L'Assemblée générale ratifie la nomination en qualité d'administrateur, de M. Pierre de Boissieu, nommé en vertu des articles 20 et 22 des statuts.

4° L'Assemblée générale donne autorisation dans les termes de l'article 40 de la loi du 14 juillet 1867, à ceux de MM. les administrateurs qui ont ou pourront avoir des intérêts dans les entreprises en relations d'affaires avec la Société.

5° L'Assemblée générale désigne pour remplir les fonctions de commissaires aux comptes pour l'exercice 1901, MM. P. Siméon et A. Hérissant, avec pouvoir d'agir ensemble ou séparément, et fixe à 1200 fr l'allocation de chacun d'eux.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE *du* 11 *mai* 1901. — A l'issue de la précédente Assemblée s'est tenue l'Assemblée extraordinaire, dont la convocation était motivée par un arrêt de la deuxième Chambre de la Cour d'appel de Paris, rendu en date du 14 janvier 1901, sur les réquisitions d'une Société industrielle antérieure à la Société de Dives et qui, portant le titre de « Société Métallurgique Française », avait voulu se mettre à l'abri d'une confusion possible entre les deux Sociétés. Voici donc les résolutions qui ont été votées :

1° L'article 4 des statuts sera rédigé comme il suit : La Société prend la dénomination de *Société d'Électro-Métallurgie de Dives*, avec ce sous-titre : Pour la fabrication du cuivre et autres métaux, par les procédés Elmore et Secrétan ;

2° Le Banque française de l'Afrique du Sud est chargée des opérations matérielles à effectuer sur les titres et obligations, en vue de consacrer ce changement, et tous les titres devront être déposés à cette Banque au plus tard lors du paiement des coupons.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

47500. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 243. **10 Février 1902.**

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Statistique des chemins de fer et tramways électriques en exploitation et en construction en France au 1er janvier 1902. — La 10e édition de cette statistique paraîtra dans notre numéro du 25 mars. Nous prions nos lecteurs de vouloir bien nous aider à la rendre aussi complète et aussi exacte que possible, en nous faisant parvenir les renseignements dont ils pourraient disposer. Notre appel s'adresse tout spécialement aux concessionnaires et aux constructeurs qui ont un intérêt évident à voir leurs entreprises et leur matériel mentionnés dans cette statistique, aussi pensons-nous ne pas faire inutilement appel à leur concours.

Lampes à vapeur de mercure. — M. Cooper-Hewitt, dont nous avons signalé les premières recherches sur les lampes à vapeur de mercure dans l'*Industrie électrique* du 25 mai 1901, p. 227, a poursuivi ses travaux et fait fonctionner le 3 janvier dernier, devant l'*American Institute of Electrical Engineers* des lampes qui, sur le réseau de distribution à courant continu et potentiel constant de New-York (118 volts), ont fourni avec un courant variant de 1 à 6 A, des intensités lumineuses comprises entre 10 et 3000 bougies, et des consommations spécifiques variant entre 0,5 et 0,7 watt par bougie.

La lumière produite par les vapeurs de mercure *pur* contient des radiations jaune orangé, jaunes, vertes, bleues et violettes, mais pas de radiations rouges, ce qui est objectionnale pour certaines applications bien que l'absence de ces radiations rouges n'ait pas d'inconvénient pour travailler, lire, dessiner, etc. On peut d'ailleurs obtenir un éclairage donnant ces radiations en mêlant aux lampes à vapeur de mercure quelques lampes à incandescence ordinaires en proportions convenables.

La résistance de la colonne gazeuse varie en raison inverse du diamètre du tube (et non du carré) et en raison inverse de l'intensité du courant. La lampe doit donc fonctionner à potentiel constant. La résistance de l'électrode positive est pratiquement négligeable; celle de l'électrode négative est complexe et encore mal définie. De légères impuretés dans la vapeur modifient dans de grandes proportions la résistance à l'allumage.

Pour amorcer l'arc dans le tube, M. Cooper-Hewitt emploie plusieurs artifices. L'un d'eux consiste à disposer en tension avec le tube et en dérivation sur la distribution à potentiel constant et à courant continu, une bobine de self-induction. Un interrupteur rapide mis en circuit au moment de l'allu-

mage met rapidement le tube en court-circuit et rompt ce circuit. Il se développe ainsi, à chaque rupture de ce court-circuit, des extra-courants de haute tension qui passent en partie par l'interrupteur et en partie par le tube qui se trouve ainsi échauffé et s'amorce au bout de quelques secondes. Lorsque l'allumage est obtenu, l'interrupteur est mis hors circuit, automatiquement ou à la main.

M. Cooper-Hewitt a employé d'autres gaz incandescents ou luminescents que les vapeurs de mercure, mais il donne la préférence à celles-ci à cause de la constance de résistance qu'offre l'électrode négative, la faible consommation spécifique, et la facilité avec laquelle on obtient cette vapeur à un grand degré de pureté.

Les premières lampes étaient constituées par des tubes de grande longueur, encombrants et fragiles. Dans des modèles plus récents, l'inventeur est parvenu à réduire leurs dimensions qui ne sont guère supérieures actuellement à celles des lampes à incandescence ordinaires.

Dans ces nouvelles lampes, la cathode est constituée par une substance lumineuse portée à haute température, telle que des terres rares, ou certains mélanges convenables.

Lorsque la lampe est amorcée, la cathode s'échauffe, et comme elle est placée dans un gaz raréfié relativement peu conducteur de la chaleur, sa température s'élève assez pour que la cathode devienne et reste incandescente.

Avec de l'azote raréfié et des électrodes en fer séparées par une distance de 36 à 38 mm, il suffit d'une tension initiale de 750 volts pour amorcer la lampe. On obtient ainsi un flux lumineux dû en partie à la luminescence du gaz et en partie à l'incandescence de la cathode. La lampe est self-régulatrice, toute variation dans l'intensité du courant résultant d'une diminution de résistance de la partie gazeuse du circuit étant compensée par un accroissement de résistance de la cathode, et inversement.

Avec des courants alternatifs, on peut considérer que les deux électrodes jouent alternativement le rôle de cathodes : elles doivent donc être formées de subtances qui ne subissent aucune modification physique ou chimique pendant le fonctionnement de la lampe.

Nous tiendrons nos lecteurs au courant des travaux de M. Cooper-Hewitt, d'un intérêt si considérable au point de vue de l'amélioration du rendement des foyers lumineux.

Sur la charge des accumulateurs par des commutatrices. — Il est généralement admis que les commutatrices alimentées par des courants polyphasés produisent, du côté continu, une différence de potentiel constante ou sensiblement telle. Il résulte d'expériences que nous venons de faire sur une commutatrice à courants diphasés, qu'il n'en est rien : la différence de potentiel *à vide* oscille autour de sa valeur moyenne, quatre fois par période, de *six à sept pour* 100. Les circonstances ne nous ont pas permis de voir comment se comportait la commutatrice chargeant des accumulateurs, mais nous espérons avoir l'occasion de combler prochainement cette lacune.

En attendant, signalons une fois de plus, après tant d'autres, l'erreur importante que l'on peut commettre en employant des ampèremètres thermiques, qui donnent l'intensité *efficace*, et non des ampèremètres magnétiques à cadre mobile qui donnent le courant *moyen*, lorsqu'on charge des accumulateurs avec des commutatrices. Il peut arriver que le courant efficace soit très intense, alors que le courant moyen, c'est-à-dire que le courant de charge réel, est rigoureusement nul. On n'a plus alors que l'apparence de charger des accumulateurs, et cette erreur technique peut amener entre les intéressés des contestations faciles à éviter en faisant usage d'appareils plus adéquats à la fonction qu'ils doivent remplir. La question prend chaque jour plus d'importance à mesure que se développent les transmissions d'énergie par courants polyphasés et les distributions par courants continus avec sous-stations de transformation.

Posot et Tasis. — Ces mots, d'apparence un peu cabalistique, sont ceux que vient de présenter à une récente séance de la *Physical Society*, de Londres, M. James Swinburne, l'électricien anglais bien connu, et bien qu'ils soient relatifs à des questions de chaleur, ils intéressent l'électricien à un titre très particulier, celui des analogies.

En comparant l'énergie thermique aux autres formes de l'énergie, l'énergie mécanique et l'énergie électrique, M. Swinburne a remarqué que, contrairement à ce qui se fait en mécanique et en électricité, cette énergie thermique ne pouvait pas se décomposer en deux facteurs : un facteur de quantité et un facteur de potentiel.

En vue de réaliser une décomposition de l'énergie thermique analogue à celle de l'énergie électrique, M. Swinburne décompose la première en quantité de mouvement thermique $\frac{1}{2} M v$ et en vitesse v. La plupart des auteurs considèrent la chaleur comme le produit d'une température (v^2) et d'une capacité thermique $\left(\frac{1}{2} M\right)$. Dans le système de M. Swinburne, le posot serait une grandeur physique ayant pour dimensions la racine carrée d'une température : quant au tasis, il ne peut le définir que comme le quotient d'une quantité d'énergie thermique par un posot.

Les idées de M. Swinburne sur la question sont trop nouvelles et trop révolutionnaires pour que l'on puisse encore les approuver ou les critiquer à bon escient. Nous nous contentons donc d'appeler l'attention de nos lecteurs que la question intéresse sur cette nouvelle tentative d'unification des grandeurs physiques.

Épilogue. — Nous insérons dans la correspondance du présent numéro une lettre de M. Ducretet, qui, avec celle de M. Branly, insérée dans notre numéro du 10 janvier, établit, une fois de plus, le bien fondé de nos critiques et de nos protestations contre l'Exploitation très spéciale qu'avait en vue la *Société française de Télégraphes et de Téléphones sans fil*. Cette Société, qui doit faire des merveilles, ne dispose ni des appareils de M. Marconi, ni de ceux de M. Popoff, ni de ceux de M. Ducretet, ni d'autres que nous pourrions nommer. En parlant de quasi-néant, nous avons été trop optimiste. C'est le néant qu'il fallait dire. *Requiescat*...

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Dinard (Ile-et-Vilaine). — *Éclairage.* — La question de l'éclairage électrique qui passionne la population de cette ville, entre dans une nouvelle phase; nous apprenons que le Conseil municipal vient d'adopter la proposition qui lui a été soumise.

Hasparren (Basses-Pyrénées). — *Éclairage.* — Depuis quelques jours, la ville de Hasparren est éclairée par la nouvelle usine électrique.

Cette usine, située sur les bords de la Joyeuse, au lieu dit « Alchuco-erreca » a été construite d'après les données et sous la direction de M. Guillerme, ingénieur électricien. Elle actionnera dans quelques jours les machines des nombreuses manufactures de chaussures de la ville.

Lauzun (Lot-et-Garonne). — *Éclairage.* — Tout dernièrement, deux ingénieurs électriciens sont entrés en relations avec M. Perry, adjoint au maire, et ont déposé entre ses mains le cahier des charges concernant le projet d'éclairage électrique de cette ville. Ce projet sera soumis incessamment à l'appréciation de l'assemblée municipale.

Les communes d'Eymet, Castillonnès et Mirmont, ont été consultées sur le même objet.

Lille. — *Traction électrique.* — Sur la proposition de l'administration, le Conseil municipal de Lille a donné un avis favorable à l'installation d'une ligne de tramways de Wambrechies à Quesnoy-sur-Deûle.

M. Bouchery profite de la circonstance pour demander à quelle époque seront mis en marche les tramways électriques.

M. Delory fait connaître que le ministère a accepté le système de traction sans trolley, proposé par l'administration, sauf en ce qui concerne la place de la Gare. Prochainement, il y aura une réunion entre l'administration et des délégués de la Compagnie pour étudier la question.

D'ici un mois ou deux, des tramways électriques seront mis en marche, sur les deux lignes qui comportent le système à trolley sur tout leur parcours, la ligne de Fives et la ligne des boulevards, car la Compagnie doit faire l'éducation de son personnel.

Saint-Laurent (Jura). — *Éclairage.* — La commune de Saint-Laurent-Grandvaux vient de concéder l'éclairage électrique communal à M. Vuillet, usinier aux Moulins-de-l'Abbaye. Cette usine alimentée par le lac de l'Abbaye, aura une puissance de 100 chevaux-vapeur environ et pourra être doublée s'il est nécessaire. Les travaux d'installation vont commencer incessamment; ils sont confiés à la Société Daydé-Pillé, de Creil, dont M. Dardenne, ingénieur à Champagnole, est le représentant.

L'éclairage électrique fait des progrès dans cette région si riche du reste en chutes hydrauliques, excellentes à utiliser.

Toulon. — *Traction électrique.* — A la suite de la discussion du Conseil général du Var en date du 7 novembre dernier, le préfet du Var vient de mettre à l'enquête réglementaire le projet présenté par MM. Waller frères et Cie, en vue de l'établissement d'un tramway entre La Valette et Hyères.

Les pièces du projet resteront déposées à la mairie de chacune des communes de Toulon et d'Hyères, pendant un mois, pour être communiquées sans déplacement, à tous les intéressés qui pourront consigner leurs observations sur un registre spécial destiné à cet effet.

Le plan de la traverse de La Valette restera déposé pendant le même temps avec un registre spécial à la mairie de la commune de La Valette.

A l'expiration du délai d'enquête ci-dessus fixé, une commission se réunira à la sous préfecture de Toulon le 18 février, à dix heures, pour examiner les observations consignées au registre d'enquête; elle entendra les ingénieurs employés dans le département et toutes les personnes qu'elle croira devoir consulter.

Après avoir recueilli tous les renseignements dont elle aura besoin, elle donnera son avis motivé sur l'utilité de l'entreprise.

Le procès-verbal de la commission sera clos dans un délai de quinze jours.

La Commission nommera son président et son secrétaire. Elle sera convoquée par les soins de M. le sous-préfet de Toulon.

La Chambre de commerce de Toulon et du Var est appelée à délibérer et à exprimer son opinion sur l'utilité et la convenance de l'entreprise.

Les Conseils municipaux de Toulon et d'Hyères sont également appelés à délibérer et à émettre leur avis sur le même objet.

Tourcoing. — *Adjudication.* — Dernièrement, il a été procédé, dans un des salons de l'Hôtel-de-Ville, à l'adjudication restreinte des travaux d'installation d'une usine municipale d'électricité à Tourcoing. Cette importante opération a eu lieu en présence de MM. Léon Salembien, adjoint au maire, délégué à présider le bureau; Honoré Colson, Désiré, Parsy, Paul Massard et Paul Corion, conseillers municipaux, membres de la Commission du gaz, d'électricité et d'éclairage, et de M. Léon Vanlaethem, ingénieur conseil.

Premier lot. — Générateurs de vapeur et accessoires : cinq soumissionnaires. Adjudicataire : Société anonyme, Compagnie française Babcock et Wilcox, à Paris, rue de la Chaussée-d'Antin, pour 37 000 fr.

Deuxième lot. — Machines à vapeur et accessoires : trois soumissionnaires. Adjudicataire : Compagnie franco-américaine de constructions mécaniques à Lesquin-les-Lille, pour 43 500 fr.

Troisième lot. — Matériel électrique : seize soumissionnaires. Adjudicataire : Compagnie Générale Électrique, à Nancy, pour 55 000 fr.

ÉTRANGER

Anvers. — *Station centrale.* — On vient d'installer, dans un faubourg d'Anvers, à Hoboken, une usine électrique conçue suivant les méthodes les plus modernes de la pratique industrielle.

Cette station centrale, établie au milieu d'un groupement compact d'industries auxquelles elle fournit le courant, comporte deux groupes électrogènes de 900 kilowatts et un de 400 kilowatts. Elle se compose de deux vastes halls de 25 m sur 40 renfermant l'un les chaudières, l'autre les machines, les dynamos et le tableau de distribution. Tout a été prévu pour réduire au minimum la main-d'œuvre et la consommation du charbon.

L'Escaut étant à proximité, les steamers viennent décharger le charbon dans les wagonnets d'un chemin de fer électrique surélevé, qui vont le verser dans des soutes placées directement au-dessus des chaudières. Des distributeurs automatiques le répandent ensuite sur les grilles des foyers, sans que la main-d'œuvre humaine intervienne autrement que pour faire fonctionner des leviers et des commutateurs.

Les gaz de la combustion qui s'échappent des foyers passent dans des batteries d'économiseurs où ils échauffent l'eau d'alimentation à une haute température avant de s'échapper par les cheminées; réduisant ainsi au minimum la consommation du combustible.

Enfin, on se propose d'établir prochainement de nouveaux groupes électrogènes, munis de moteurs spéciaux qui seront alimentés par les gaz perdus des hauts fourneaux d'une usine métallurgique voisine.

On pourra arriver ainsi à fournir le courant à un prix extrêmement bas, et cela d'autant mieux que la plupart des consommateurs étant des industries marchant régulièrement de jour et de nuit, il en résultera pour la station centrale une meilleure utilisation de sa force motrice.

Alstætten (Suisse). — *Éclairage et traction.* — On vient de mettre en service à Alstætten-Schonthal des installations électriques combinées pour l'éclairage et la traction, elles sont alimentées par deux usines, une usine hydraulique située à Weidest et une usine à vapeur située à Schonthal.

L'usine de Weidest utilise la chute d'un petit cours d'eau, presque un ruisseau, le Bredenbach, et celle d'un autre d'égale importance, l'Ebernackquelle. Les eaux du premier sont recueillies dans un réservoir d'une capacité de 900 à 1000 m³ et dirigées aux turbines de l'usine par une conduite de 0,25 m

de diamètre et de 1650 m environ de longueur. La hauteur de chute utilisable est de 147,7 m avec un débit moyen de 55 litres par seconde et une pression de 16,682 kg:cm². Les eaux de la seconde rivière sont recueillies à 450 m de la station dans un réservoir d'environ 250 m³ et dirigées à l'usine par une conduite de 0,30 m de diamètre. La hauteur de chute pour cette source est de 96 m et le débit de 70 litres par seconde.

L'usine hydraulique est installée dans une ancienne maison d'habitation dont le rez-de-chaussée est occupé par la machinerie et les étages supérieurs par le personnel.

Son équipement se compose de deux groupes, l'un, pour les eaux de l'Ebernackquelle, formé d'une turbine à axe horizontal et réglage automatique accouplé à un alternateur de 100 chevaux; l'autre, pour les eaux du Bredenbach, constitué par une turbine à haute pression d'une puissance de 70 chevaux entraînant une génératrice de courant continu.

L'alternateur, construit par l'usine d'Oerlikon, appartient au type à inducteur tournant. Il engendre du courant alternatif simple à 2100 volts et 50 périodes qui est utilisé pour l'éclairage à 120 volts par les circuits secondaires d'un système à trois fils.

La génératrice de courants continus est une machine quadripolaire compound alimentant la ligne de tramways sous la tension de 600 volts.

L'usine de Schonthal, située à environ 2 km de la précédente, contient deux machines du type locomobile d'une puissance individuelle de 50 chevaux à 120 t:m entraînant par doubles courroies avec arbre intermédiaire l'une une dynamo à courant continu, l'autre, un alternateur du même type que celui de l'usine hydraulique avec lequel il peut être couplé en parallèle. Une batterie d'accumulateurs de 300 éléments complète l'installation; cette batterie fonctionne avec la ligne de tramways; sa capacité est de 60 ampères-heure pour une décharge de 1 heure, mais elle peut soutenir 120 ampères pendant 10 minutes et même 180 pendant quelques secondes.

Cette usine ne fonctionne pas d'une façon continue, elle n'est mise en service que les jours de marchés dans les pays desservis par le tramway et aussi quand, par suite de la baisse des eaux, la puissance fournie par l'usine hydraulique n'est plus suffisante. Au besoin même, on peut utiliser son matériel électrique, sans allumer les chaudières, pour transformer le courant alternatif de l'usine hydraulique en courant continu.

Ainsi son alternateur peut être actionné en moteur par celui de l'usine d'Alstætten pour entraîner la génératrice à courant continu; pour le démarrage du groupe transformateur ainsi constitué, on lance le courant des accumulateurs dans la dynamo à courant continu, celle-ci entraîne l'alternateur et quand les deux alternateurs sont amenés au synchronisme on les couple en parallèle.

La ligne de tramways est à voie unique et va d'Alstætten à l'hôtel de Berneck distant de 11,6 km. La prise de courant s'effectue par fil aérien et trolley. Le service est assuré par 7 voitures motrices pouvant contenir chacune 30 voyageurs. Six de ces voitures sont pourvues chacune d'un moteur de 18 chevaux, la septième en a deux de cette puissance et remorque le fourgon des postes.

Suivant les saisons, le nombre des voyages effectués par voiture est de 16 à 21 entre 6 heures du matin et 9 heures du soir. Le parcours entier est divisé en huit sections; le prix des places est de 0,15 fr pour la première section et 0,05 fr par chaque section additionnelle.

Le prix de la ligne y compris son équipement revient à 46 000 fr par km. Le coût total de l'installation y compris les usines s'est élevé à 550 000 fr.

Pendant le cours de l'année 1900, les voitures ont transporté 464 651 voyageurs, ce qui a laissé un bénéfice net de 61 644 fr à l'exploitation.

A Alstætten, le courant alternatif simple à 2100 volts est transformé et réparti par un réseau aérien à environ 1200 lampes. Le prix de l'énergie varie entre 34 et 40 centimes le kw-h.

CORRESPONDANCE

Sur les oscillations de potentiel dans les canalisations à haute tension.

MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF,

Dans l'article sur les « Oscillations de potentiel extrêmement élevées dans les canalisations à haute tension », M. Boy de la Tour, exposant le phénomène, analogue à celui de l'interrupteur de Wehnelt, qui donne naissance aux oscillations, semble réserver aux arcs, éclatant et s'éteignant *dans l'air*, la propriété de donner naissance à ces dangereux survoltages. Il ajoute : « Un court-circuit dans un espace clos, comme par exemple un câble enterré, ne paraît pas susceptible de produire le même effet. »

Je crois, au contraire, que, l'expérience a fréquemment prouvé que le même phénomène s'y produit facilement.

C'est un fait bien connu que, lorsqu'un câble présente à la mesure électrométrique un point faible, et qu'on essaye de faire *claquer* le défaut, par application d'une force électromotrice alternative élevée, on détermine, en général, plusieurs autres défauts sur le même câble.

Il en est encore venu dernièrement à ma connaissance, un cas où, le courant ayant été lancé sur une ligne souterraine qui s'était trouvée détériorée par écrasement avant sa mise en service, un court-circuit s'ensuivit et fut immédiatement suivi de l'établissement d'un arc, au tableau, entre des barres très distantes l'une de l'autre.

Des phénomènes identiques, consécutifs à des ruptures de court-circuits, dans l'air, sont d'une observation presque journalière. Jusqu'ici on a incriminé, dans chaque cas particulier, soit les câbles, soit les appareils de tableaux, etc. Or, ce qu'il importe de retenir des recherches expérimentales (volontaires ou involontaires), les plus récentes, c'est que la cause de ces survoltages extrêmement élevés doit toujours être recherchée d'abord dans un *accident d'exploitation*, dont les effets réflexes peuvent affecter des appareils tout différents de ceux qui leur ont donné naissance.

Veuillez agréer, etc. R. V. PICOU.

Société française de Télégraphes et de Téléphones sans fil.

MONSIEUR,

En ce qui me concerne, pour répondre à la lettre que vous avez reçue de la S.F.T.T.S.F., je puis vous affirmer que les appareils de T.S.F. employés aux expériences du *Vésinet* et de la *Gascogne*, citées dans les circulaires de cette Société, étaient mes appareils des types de 1900, et qu'ils ont donné toute satisfaction. Ces types diffèrent de ceux de 1901, en service courant aux grandes distances (au delà de 120 km). Cette Société ne connaissant pas ces derniers types, je puis dire que son jugement est erroné.

Par téléphone, à diverses reprises, et par lettre, M. Popp m'a demandé de marcher avec lui pour sa Société en formation. J'ai refusé, tenant à conserver mon indépendance.

Veuillez agréer, etc. E. DUCRETET.



ALTERNO-REDRESSEUR

SYSTÈME ROUGÉ ET FAGET

Le redressement simple, facile et économique des courants alternatifs simples est un problème qui s'est posé depuis longtemps, mais qui prend aujourd'hui un caractère d'urgence, par suite du développement des électromobiles dont la recharge est souvent difficile lorsque la distribution se fait par courants alternatifs simples, comme c'est le cas à Paris pour les secteurs des Champs-Élysées et de la Rive Gauche. On peut employer, dans ce but, l'un des systèmes suivants :

Commutateur synchrone (Pollak et Ferranti).
Soupape électrolytique. (En étude).
Moteur-générateur.
Commutatrice.
Permutatrice.

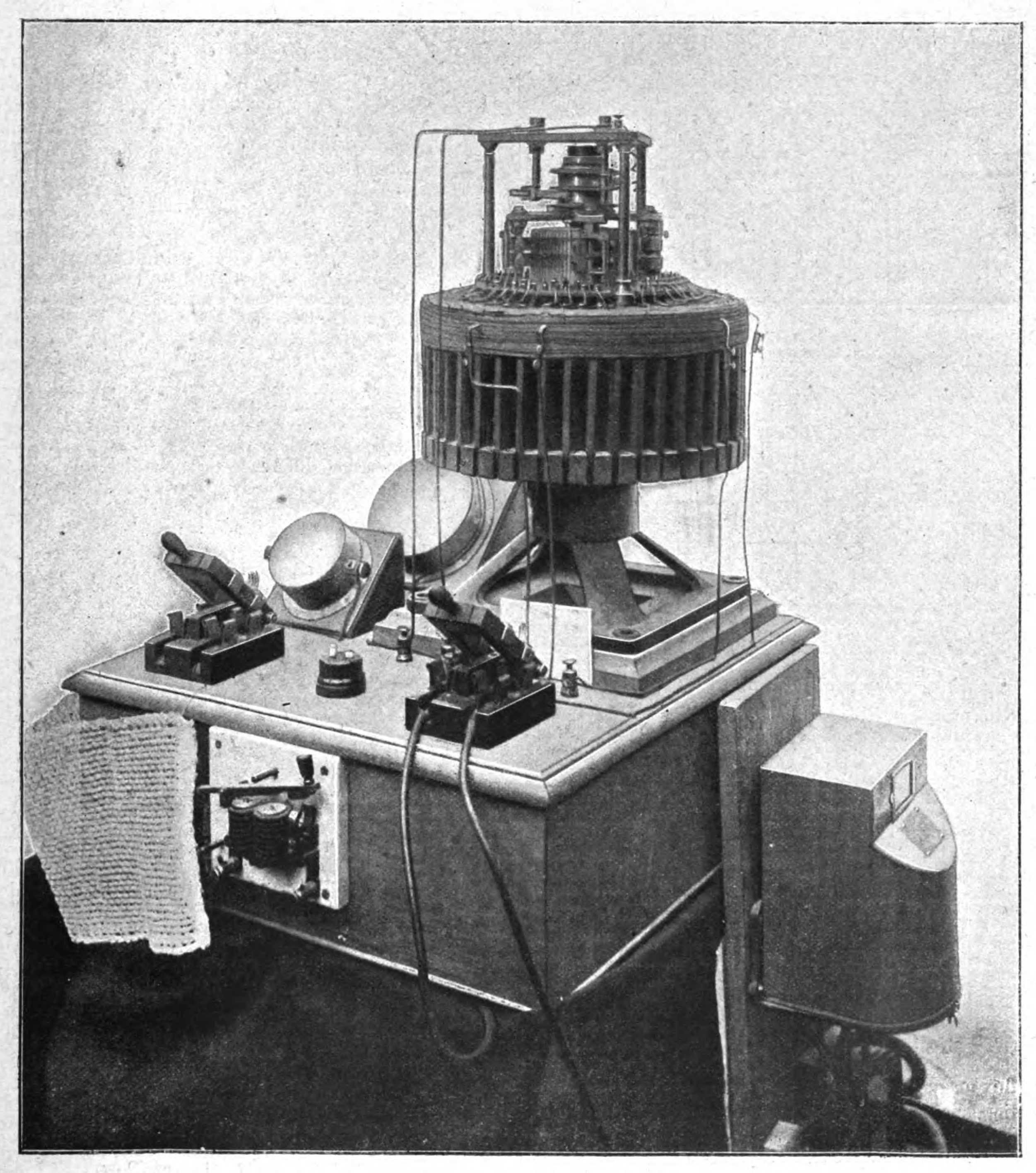


Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'alterno-redresseur de MM. Rougé et Faget.

Sans examiner les avantages et les inconvénients propres à chacun de ces systèmes, nous nous contenterons de décrire ici l'appareil que nous avons imaginé, en collaboration avec M. Faget, en vue de résoudre le problème, en accompagnant cette description des résultats des premiers essais, sous forme d'ondographies des valeurs instantanées des principaux éléments de fonctionnement.

Description. — L'alterno-redresseur de MM. Rougé et Faget appartient à la classe des permutatrices. Il se compose, en principe, d'un induit Gramme quadripolaire enroulé sur un noyau de tôles *n*. Le courant alternatif amené à cet induit en deux points opposés tend à créer

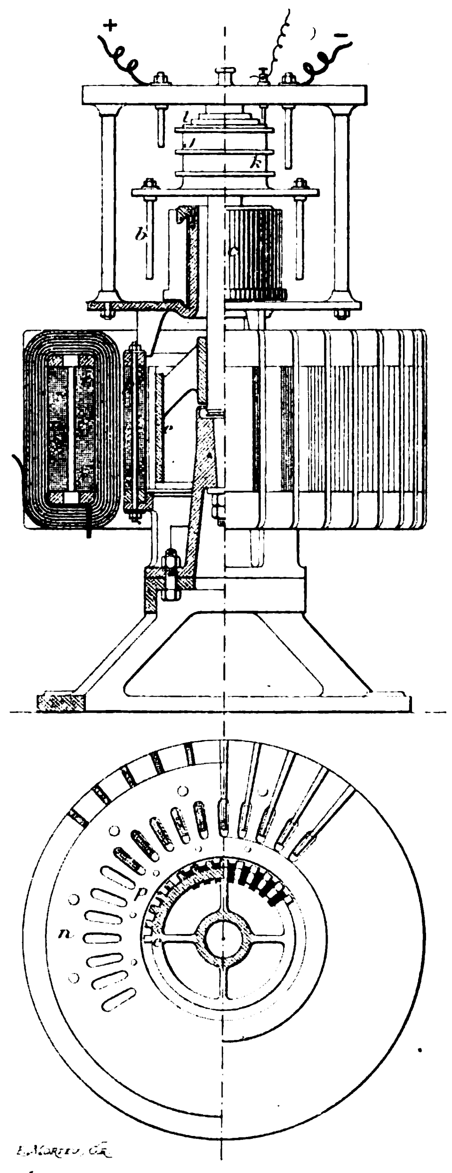


Fig. 2. — Élévation et coupe transversale. — Plan et coupe horizontale.

un flux magnétique variable qui se ferme, pour la majeure partie, dans un second noyau *p* concentrique au premier. Le reste du flux vient se fermer dans une pièce tournante *e* en acier concentrique aux deux premiers noyaux.

On comprend que si l'on fait tourner des balais *b* sur le collecteur *c* de l'induit il y aura entre ces balais une différence de potentiel qui sera fonction à la fois de la différence de potentiel fournie par le secteur, et de la position des balais. Si nous appelons α l'angle que fait la ligne des balais avec la ligne des touches du collecteur qui correspondent à l'entrée du courant alternatif, on pourra admettre, d'une façon approximative, que, entre la différence de potentiel *U* fournie par le secteur à un

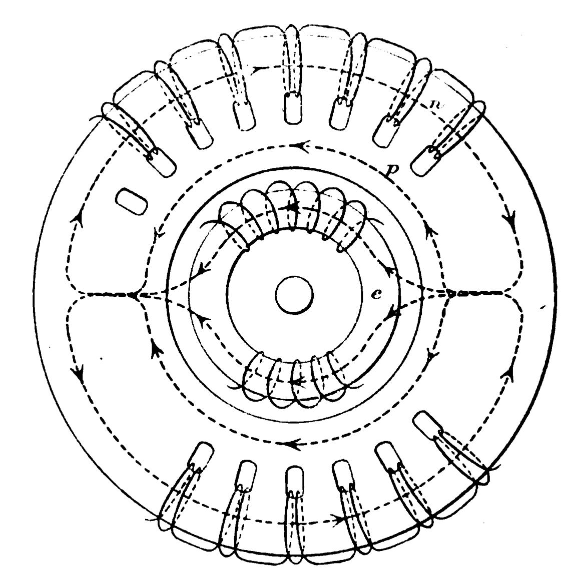


Fig. 3. — Disposition des circuits.

instant donné et la différence de potentiel *u* entre les balais, on a la relation

$$u = U \cos \alpha.$$

Comme, d'autre part, *U* est approximativement égal à

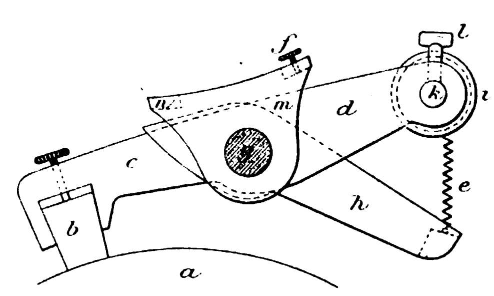


Fig. 4. — Porte-balais.

$U_0 \sin \omega t$, on recueillera en définitive une différence de potentiel qui aura pour valeur :

$$u = U_0 \cos \alpha . \sin \omega t.$$

Si l'on réalise la condition

$$\cos \alpha = \sin \omega t$$

c'est-à-dire :

$$\alpha = \frac{\pi}{2} + \omega t$$

on aura

$$u = U_0 \sin^2 \omega t = \frac{1}{2} U_0 (1 - \cos 2 \omega t).$$

On voit que la différence de potentiel ainsi recueillie est la superposition d'une différence de potentiel continue $= \frac{1}{2} U_0$ et d'une différence de potentiel alternative dont la valeur maximum est également $\frac{1}{2} U_0$, et la fréquence 2ω.

De cette superposition il résulte immédiatement que la forme du courant fourni par l'appareil dépendra essentiellement de la nature du récepteur et pourra se calculer d'une façon approximative en tenant compte, dans le circuit, de l'appareil lui-même et de sa self-induction.

Dans l'appareil réalisé et représenté figures 1 et 2, l'entraînement des balais est obtenu par la pièce mobile *e*. Cette pièce a, comme les deux noyaux fixes, une forme de révolution, de façon à présenter une perméabilité égale dans toutes les directions pour le flux venant des noyaux fixes, ce qui a pour effet d'éviter les tendances au collage. Elle est recouverte en outre d'un enroulement en fil fin qui, parcouru par un courant dérivé des balais mobiles, donne à la pièce mobile une polarité fixe qui en fait un électro-aimant, ce qui permet l'entraînement synchrone. Il faut d'ailleurs remarquer que cet entraînement étant produit par une dérivation du flux principal de l'appareil, on n'aura pas à se préoccuper du décalage des balais.

Enfin, pour faciliter le démarrage, une dérivation oblique sur forte résistance est prise sur l'induit lui-même, de façon à créer une dissymétrie de flux qui provoque l'entraînement initial de la pièce mobile par les courants de Foucault induits dans la pièce d'acier.

La réalisation matérielle de ces dispositions est suffisamment expliquée par la figure 2. On voit sur cette figure les deux noyaux fixes et la pièce mobile avec leurs enroulements, le collecteur, les axes porte-balais des balais mobiles et les deux bagues collectrices de courant continu *j* et *k*, ainsi que la bague *l* servant à introduire des résistances de réglage dans le circuit de la pièce mobile.

L'emploi de balais mobiles a présenté une difficulté particulière due aux effets de la force centrifuge. Le faible diamètre du collecteur joint à la vitesse périphérique assez considérable des balais donne une accélération centrifuge d'environ 800 m par seconde par seconde, soit environ 80 fois l'accélération due à la pesanteur. Dans ces conditions, un équilibrage pur et simple serait d'un réglage trop délicat et serait en outre trop sensible aux variations de vitesse. C'est pourquoi la compensation de la force centrifuge a été décomposée en un équilibrage partiel et un élément compensateur (fig. 3).

A cet effet, le balai *b* et le porte-balai *c* sont sensiblement équilibrés autour de l'axe *g* par une contremasse *h*, en laissant toutefois la prépondérance au balai. Une masse additionnelle *k*, tournant autour de l'axe *g* au bout d'un bras *d*, agit, par l'intermédiaire d'un ressort *e*, sur la queue du porte-balai de façon à provoquer l'appui. Quand l'appui est suffisant, cette masse rencontre une butée *f* qui limite sa course et par conséquent la tension du ressort *e*. A partir de ce moment, si la vitesse s'accélère, la pression des balais diminue par suite de la prépondérance de poids des balais. Le réglage se fait simultanément par la position de la butée *f* et par la tension initiale du ressort *e*.

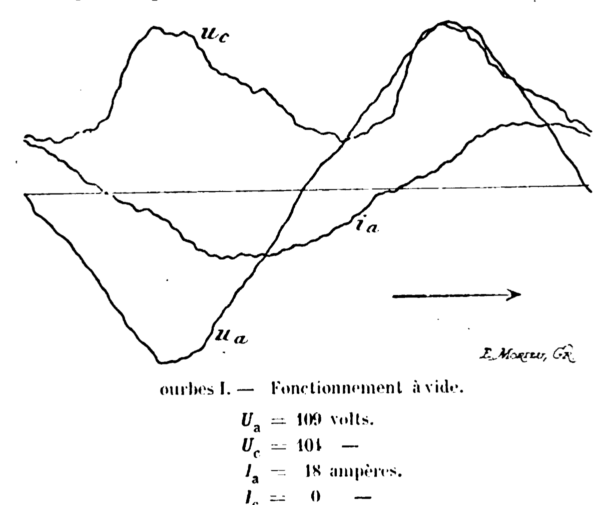
La théorie bien connue de la décomposition des champs alternatifs en deux champs tournants démontre que, dans un pareil système, la commutation doit être troublée en certains points du collecteur par le passage du champ tournant en sens inverse. L'expérience a démontré qu'à vide cet effet ne se produisait pas le moins du monde. En revanche, en charge, un effet bien plus important intervient. En effet, sur certains récepteurs, sur les accumulateurs en particulier, le courant continu fourni est extrêmement variable. Il en résulte que le calage des balais par rapport au champ devrait varier d'une façon périodique : il devrait varier deux fois par période du courant alternatif, effet qu'il est évidemment impossible d'obtenir par l'entraînement, quelques faibles que soient les masses mises en jeu. Il est donc nécessaire de prendre des précautions pour que la commutation ne soit pas trop affectée par des variations d'angle considérables. Pour cela, la moitié des liaisons du collecteur à l'induit a été supprimée et remplacée par l'interposition d'une très forte résistance entre la touche rendue ainsi libre et la touche précédente reliée à l'induit. Le collecteur comprend ainsi 45 touches alimentées par l'induit et 45 alimentées par les résistances. D'autre part, deux balais diamétralement opposés et par conséquent en parallèle seront alimentés, l'un directement, l'autre à travers la résistance. Il est évident que le courant passera tout entier par celui qui est alimenté directement, de sorte que, à l'instant de la rupture, celle-ci se fera sur courant nul, c'est-à-dire dans les mêmes conditions que dans la marche à vide.

Essais. — Étant donnée la complication inévitable des phénomènes qui se passent dans une telle machine, il y a un intérêt évident à analyser par l'inscription directe les variations des différences de potentiel et des courants qui traversent l'appareil. Les indications ainsi recueillies sont précieuses, non seulement pour se rendre compte de la valeur de la machine, mais encore pour en effectuer le réglage.

La courbe I montre les différences de potentiel à vide sur le continu et l'alternatif ainsi que le courant alternatif. On voit que la différence de potentiel continue est conforme à la théorie, avec cette différence toutefois que l'influence de la pièce mobile diminue l'amplitude de la variation en relevant les points les plus bas.

La courbe II montre la charge d'accumulateurs par l'appareil. On voit que le courant de charge est excessivement variable, bien que la différence de potentiel ne présente pour ainsi dire pas de variations. Ceci montre l'énorme sensibilité des accumulateurs vis-à-vis des varia-

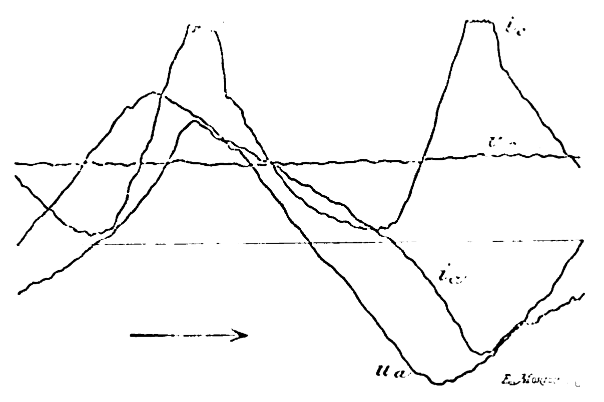
tions même très faibles de différences de potentiel, à la condition qu'elles soient rapides. Ces variations de courant ont deux inconvénients : le premier est le mauvais rendement que risque d'avoir la charge d'accumulateurs dans



ourbes I. — Fonctionnement à vide.

U_a = 109 volts.
U_c = 104 —
I_a = 18 ampères.
I_c = 0 —

ces conditions; le second est relatif à la machine : en effet les courants les plus intenses se reproduisent



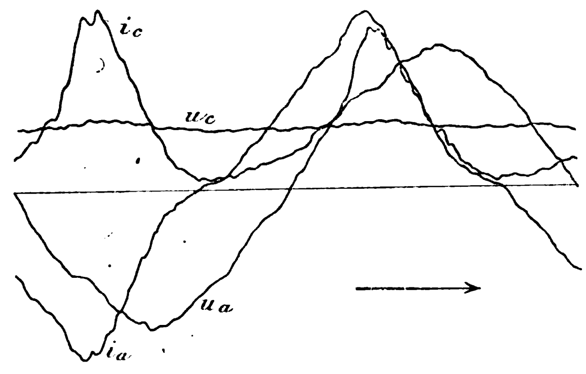
Courbes II. — Fonctionnement en charge à 10 ampères.

U_a = 104 volts.
U_c = 90 —
I_a = 28 ampères.
I_c = 10 —

toujours aux mêmes points du collecteur. Il en résulte une exagération de densité de courant qui limite la puissance moyenne de la machine à une valeur très inférieure à celle qu'elle pourrait fournir avec un courant plus constant. Ainsi, dans la courbe III (charge d'accumulateurs à 20 ampères), le courant maximum atteint environ 60 ampères. C'est pourquoi il est certain qu'on obtiendra une amélioration très considérable en interposant sur le courant continu une self auxiliaire destinée à diminuer ces variations.

Nous donnerons prochainement des courbes relatives à ces essais.

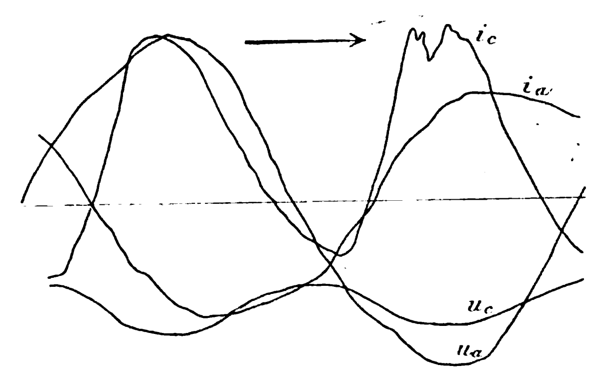
Nous devons en terminant signaler combien la connaissance de la courbe de courant de l'appareil est précieuse pour renseigner sur les défectuosités accidentelles de la construction. Ainsi la courbe IV dans une charge d'accumulateurs à 8 ampères montrait toutes les deux période



Courbes III. — Fonctionnement en charge à 20 ampères.

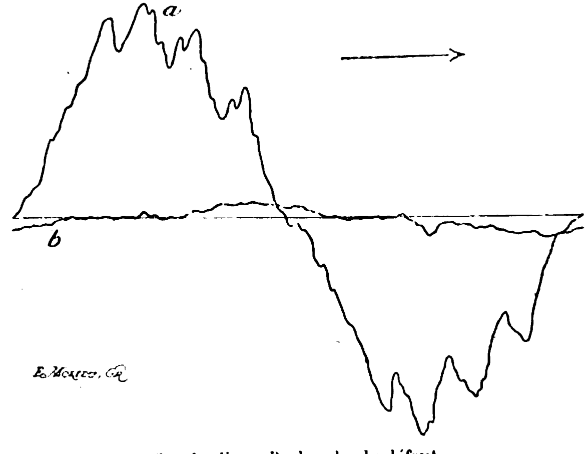
U_a = 90 volts.
U_c = 60 —
I_a = 12 ampères.
I_c = 20 —

continues une encoche profonde correspondant nécessai-



Courbe IV. — Perturbation révélée par les courbes.

rement, soit à une rupture du circuit, soit à une pertur-



Courbe V. — Recherche du défaut.
a, rupture du circuit d'une bobine. — *b*, court-circuit d'une bobine.

bation analogue. Le relevé des courbes de différences de potentiel aux bornes de bobines différentes de l'appareil a permis (courbe V) de déceler à la fois une rupture dans la bobine de la courbe (*a*) et un court-circuit correspondant pour la bobine de la courbe (*b*). R. Rougé.

MOTEURS A COURANTS ALTERNATIFS
SANS DÉPHASAGE
ET
ALTERNATEURS AUTO-EXCITATEURS
SYSTÈME A. HEYLAND

Les recherches théoriques de M. A. Heyland, dont nous avons rendu compte il y a quelques mois [1], ont soulevé certaines objections de la part de M. Maurice Leblanc. dans *L'Éclairage électrique*, et de M. Paul Bunet ici-même [2], ainsi que des revendications de la part de M. Maurice Latour.

Poursuivant ses démonstrations dans le domaine expérimental, M. A. Heyland a justifié l'exactitude de ses vues théoriques et fait construire un premier appareil, dont les essais ont confirmé en tous points les prévisions de l'inventeur. Les expériences ont montré que les machines de M. Heyland réalisaient, pour la première fois :

1° Un moteur asynchrone à courants alternatifs simples, dont le facteur de puissance est égal à l'unité pour toutes les charges ;

2° Un générateur asynchrone à courants alternatifs simples auto-excitateurs dans lequel — c'est là le point original et gros de conséquences industrielles — aucune partie du circuit magnétique ne conserve d'aimantation permanente ou résiduelle.

Bien que les essais n'aient été faits jusqu'ici qu'avec une machine à courants alternatifs simples, il n'est pas douteux que l'on puisse obtenir les mêmes résultats avec des alternateurs polyphasés. Les travaux de M. Heyland vont donc, une fois de plus, apporter des modifications profondes, aussi bien à la construction des moteurs asynchrones qu'à celle des alternateurs.

Nous croyons donc intéressant de reproduire ici un article de l'auteur publié dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 9 janvier dernier; article qui résume les résultats de ces essais.

É. H.

Description. — Le moteur d'expériences construit par la *Vereinigte Elektricitäts Actien-Gesellschaft*, de Vienne, sur les dessins de M. le Dr Breslauer, était établi sur les données suivantes :

Enroulement inducteur.	Triphasé en étoile.
Puissance, en kilowatts.	9
Nombre de pôles	6
Fréquence, en périodes par seconde . . .	50
Vitesse angulaire, en tours par minute. .	1000
Force électromotrice, en volts.	350

L'inducteur enroulé en étoile était relié au circuit par deux de ses enroulements en série, la troisième branche était distincte et une partie était utilisée pour l'excitation. Il est ainsi possible de coupler les différentes parties du bobinage en quantité ou en tension et de faire varier à volonté la tension et le courant pour disposer le compensateur dans les conditions les plus favorables. L'excitation est amenée à l'induit par deux balais *b* (fig. 1).

L'induit est enroulé comme un induit en série de dynamo à courant continu, avec 71 encoches et 2 barres par encoche. Il porte un petit collecteur K dont les touches sont reliées entre elles par des connexions non inductives de faible résistance électrique. Un commutateur de ce type constitue un enroulement entièrement fermé. Il permet l'emploi de l'enroulement moderne à barres, avantageux à tous les points de vue, et, avec un nombre de

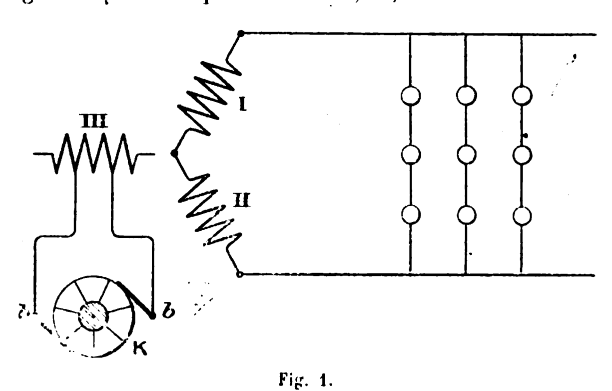


Fig. 1.

barres assez grand, un commutateur de faibles dimensions et présentant de faibles pertes est parfaitement suffisant.

Les connections, d'autre part, ferment l'enroulement induit sur lui-même et lui donnent le caractère d'une véritable cage d'écureuil : elles constituent un amortissement parfait contre les oscillations du champ et les tendances aux crachements des balais. Un collecteur de ce genre fonctionne avec autant de simplicité et de douceur que les bagues collectrices d'un moteur asynchrone, et il occupe une longueur moins grande, car les balais sont dans un même plan. Sa construction est naturellement plus compliquée, mais il semble, d'après l'expérience, que l'on pourrait réduire le nombre de touches dans de grandes proportions.

L'excitation était produite par le courant alternatif simple alimentant le moteur, et la troisième phase du stator à l'aide de deux balais diamétraux. L'excitation était donc pulsatoire et les pulsations devaient être amorties par les connections entre les segments du collecteur. L'excitation pulsatoire ne présente pas d'inconvénients sérieux, mais elle a l'avantage de réduire considérablement les tatonnements, en permettant de faire porter les réglages sur un seul enroulement. Il en résulte seulement qu'il se produit un déphasage entre la tension entre les balais et le courant entre balais. Ce déphasage n'a pas été mesuré, mais il a été calculé d'après les résultats, et il en est tenu compte. Ce déphasage n'a pas d'ailleurs d'effet notable sur le résultat final, car il se réduit à un accroissement proportionnel de la tension et du courant entre balais (2 volts, 200 ampères).

[1] et [2] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 septembre 1901, n° 254, p. 389 et du 25 octobre 1901, n° 256, p. 472.

Avec une excitation polyphasée, le déphasage devient pratiquement négligeable, car les pulsations deviennent inappréciables, et la puissance apparente absorbée est réduite de moitié.

Les nouvelles machines en construction comportent toutes une excitation triphasée, également réalisable avec les courants alternatifs simples, car le nombre de phases d'excitation peut être choisi à volonté et il est indépendant de l'enroulement du moteur.

Pour les moteurs de faible puissance, l'enroulement excitateur est disposé dans les mêmes encoches que l'enroulement principal et n'exige naturellement que très peu d'espace.

Pour les moteurs puissants, le courant d'excitation sera pris sur les conducteurs principaux en employant un transformateur de 1 à 2 pour 100 de la puissance du moteur.

Essais en moteur. — Les premiers essais ont eu pour objet de déterminer les positions des balais correspondant au déphasage minimum et à fixer l'importance de l'enroulement excitateur juste nécessaire et suffisant pour annuler ce déphasage. On arrivait à ce résultat sans qu'il fût nécessaire d'introduire de résistance de réglage dans le circuit : l'ajustement parfait s'obtenait à l'aide d'un léger décalage des balais.

Le diagramme de fonctionnement a montré que le moteur fonctionnant sans compensateur, comme un moteur asynchrone ordinaire, avait un facteur de puissance de 0,75 en pleine charge et un courant à vide de 15 ampères. Avec le compensateur, le facteur de puissance devenait égal à l'unité et le courant à vide tombait à 3 ampères.

Essais en générateur. — Ces essais constituaient la partie la plus curieuse de l'expérience. La machine, actionnée par un moteur et séparée des conducteurs à courants alternatifs simples, a continué à fonctionner sur un groupe de lampes, exactement comme le ferait une dynamo à courant continu. Elle présente, comme générateur, toutes les propriétés caractéristiques d'une dynamo à courant continu excitée en shunt. Ce fait a été bien mis en relief dans les expériences subséquentes. Les tentatives faites pour produire l'auto-excitation n'ont pas réussi du premier coup. La machine s'est plusieurs fois désamorcée, et en voici la raison. On sait que les dynamos à courant continu ont une vitesse angulaire critique au-dessous de laquelle elles ne s'amorcent pas. La courbe reliant la tension en fonction de la vitesse angulaire (fig. 3) est sensiblement droite et, prolongée, coupe l'axe des vitesses en un point qui représente la vitesse critique. Le magnétisme rémanent relève la courbe asymptotiquement, comme le montre la ligne en pointillé, mais il n'en est pas ainsi dans l'alternateur asynchrone qui, n'ayant pas de pôles fixes, n'a pas de magnétisme rémanent, et la courbe reste une droite et passe par la vitesse critique.

Théoriquement, cette vitesse critique est d'autant plus élevée que la saturation magnétique du fer est plus basse. Le générateur asynchrone ayant été établi pour une faible saturation magnétique, il semblait que la vitesse angulaire de 1000 tours par minute était au-dessous de sa

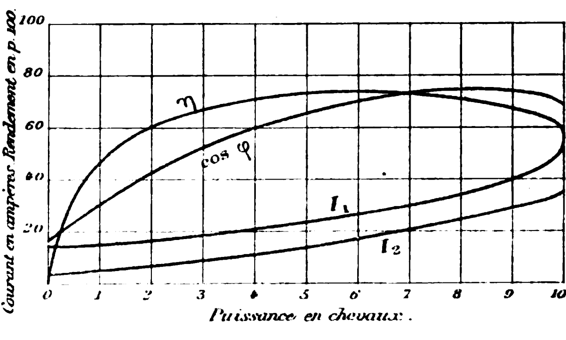


Fig. 2.

valeur critique, et on augmenta la vitesse qui fut portée à 1500 tours par minute. La machine, séparée du circuit à cette vitesse, conserva non seulement son excitation, mais produisit une tension plus élevée après avoir été séparée du circuit.

La figure 3 montre la tension correspondant à différentes vitesses : elles sont toutes sur une ligne droite qui coupe la vitesse critique à 1100.

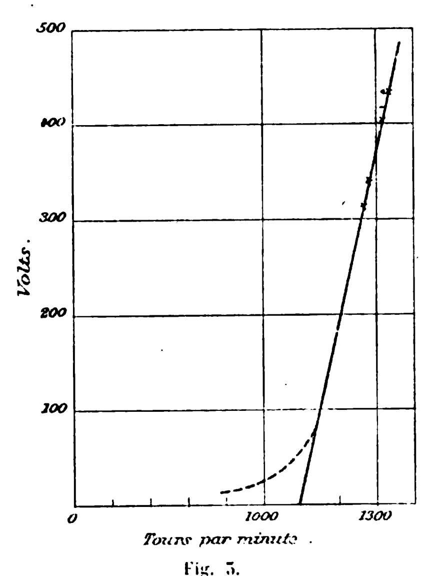


Fig. 3.

Après examen, il parut naturel que la machine, compensée comme moteur, exige une excitation plus grande comme génératrice, par analogie avec les dynamos à courant continu. La saturation étant faible, d'autre part, la vitesse critique et la vitesse de marche sont voisines.

Pour fonctionner en générateur, la machine devra être surcompensée et la saturation augmentée, de façon à réduire la valeur de la vitesse critique, comme dans une dynamo à courant continu.

Ce que l'on vient de voir réalise le principe de l'auto-excitation à l'aide des courants alternatifs. Extérieurement l'inducteur et l'induit changent leur rôle respectif en les comparant aux dynamos à courant continu ordi-



naire. L'organe décrit comme induit tournant doit être considéré comme l'inducteur ; le collecteur annulaire sert à recueillir le courant d'excitation à faible tension et à exciter le champ qui, retardé par l'amortissement, tourne lentement relativement au rotor.

La principale différence dans l'alternateur asynchrone, c'est qu'il n'existe pas de pôles fixes et pas de magnétisme résiduel.

Dans la dynamo à courant continu, l'excitation augmente avec la vitesse, d'abord par l'influence du magnétisme rémanent, ensuite par l'auto-excitation. Dans l'alternateur asynchrone, il n'y a pas de magnétisme rémanent, et, après l'avoir amené à sa vitesse, il faut l'exciter séparément, pendant quelques instants, avec une source alternative extérieure. Cette source peut être très faible, et une petite bobine en double T de Siemens peut suffire. Dès que l'alternateur est excité, il continue à s'exciter lui-même.

La machine a été ensuite mise en charge avec des lampes, mais à quart de charge seulement. La chute de tension était de 2 pour 100, malgré la faible épaisseur de l'entrefer (0,5 mm) et le rapport

$$\frac{\text{Force magnétomotrice de l'induit}}{\text{Force magnétomotrice du champ}} = 0{,}6.$$

La réaction d'armature sous charge non inductive est évidemment diminuée sensiblement (sans cela la chute résultante devrait être 20 pour 100) par les courants de court-circuit induits dans le rotor, comme l'indique la théorie. La chute de tension correspond aux fuites seulement et elle devrait être de 8 pour 100 à pleine charge. Si l'on n'a pas besoin d'un réglage dans de très grandes limites, le générateur fonctionnerait sans résistance de réglage. Il suffirait d'ajuster l'excitation une fois pour toutes et de déplacer les balais pour produire de faibles variations de tension.

Ces expériences semblent établir que le dispositif pourra aussi être appliqué avantageusement aux alternateurs de faible puissance dont l'excitatrice séparée représente une partie importante du prix total, augmente l'encombrement et exige une surveillance spéciale. Dans ce cas, l'alternateur ne serait guère plus compliqué qu'un moteur d'induction ordinaire. A. Heyland.

Pour éviter toute perte de temps, nous prions nos lecteurs de vouloir bien adresser toutes les communications concernant la Rédaction à M. É. HOSPITALIER, 87, boulevard Saint-Michel, et toutes celles relatives à l'Administration, 9, rue de Fleurus, Paris.

Téléphones de l'Industrie électrique :

Rédaction : Nos **812-89**.

Administration : Nos **704-44**

ÉTUDE THÉORIQUE
DES QUELQUES OSCILLATIONS
DE POTENTIEL EXTRÊMEMENT ÉLEVÉ POUVANT NAITRE
DANS
LES CANALISATIONS A HAUTE TENSION

(SUITE ET FIN[1])

Quand le circuit comporte de la capacité, chaque modification dans les conditions du circuit produit une oscillation électrique.

L'intensité maxima de l'oscillation lors de la mise en charge a lieu pour une valeur de a qui diffère peu de zéro. On a alors :

$$\left.\begin{aligned} i'' &= \frac{E}{\sqrt{xk}} \cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi} \cdot \sin \sqrt{\frac{k}{x}} \cdot \varphi \\ e_1'' &= -E \cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi} \cdot \cos \sqrt{\frac{k}{x}} \cdot \varphi \end{aligned}\right\} \quad (30)$$

Comme

$$i' = -\frac{E}{k} \cdot \sin(\varphi - \omega)$$

représente la valeur de régime du courant de charge, on en conclut que l'intensité la plus grande du courant oscillant qui se produit en mettant une canalisation en charge peut atteindre

$$\sqrt{\frac{k}{x}}$$

fois le courant normal de charge i'.

Autrement dit, l'appel initial de courant comparé à l'intensité stationnaire est dans le même rapport que la fréquence de l'oscillation à la fréquence des génératrices.

L'oscillation maxima de potentiel induit lors de la mise en charge d'un transport de force a à peu près la même grandeur que celle de la force électromotrice des machines. Par conséquent, la plus grande différence de potentiel qui puisse naitre en chargeant la canalisation est inférieure au double du voltage aux bornes des dynamos de sorte que des tensions excessives ne sauraient se produire en mettant une ligne en activité.

La plus petite valeur de l'oscillation à la mise en route a lieu lorsque ω est voisin de 90°.

L'équation (22) donne alors :

$$\left.\begin{aligned} i'' &= -\frac{E}{k} e^{-\frac{r}{2x}\varphi} \cos \sqrt{\frac{k}{x}} \cdot \varphi \\ e_1'' &= \sqrt{\frac{x}{k}} E \cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi} \sin \sqrt{\frac{k}{x}} \cdot \varphi. \end{aligned}\right\} \quad (31)$$

Dans ce cas, le courant oscillant a la même intensité

---

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, 1902, nº 242, p. 29.

que le courant de charge, de sorte que, dans ce cas particulier, le plus grand appel de courant qui puisse se produire est inférieur au double de la valeur de régime.

La différence de potentiel dans le circuit surpasse alors de peu de chose la tension normale.

La seconde composante de l'oscillation, équations (24) et (25), n'est pas influencée par le point ω de l'onde de la force électromotrice où l'oscillation commence, pas plus que de cette tension E. Elle est au contraire régie par les constantes du circuit et dépend seulement des valeurs instantanées i_0 et e_0 du courant et de la force électromotrice au moment de la naissance de l'oscillation.

Par conséquent si

$$i_0 = 0 \quad \text{et} \quad e_0 = 0$$

(ce qui se produit au moment où l'on ferme l'interrupteur pour mettre la ligne en charge) ce terme disparait.

Or, comme c'est précisément cette composante qui peut produire des différences de potentiel excessives nous devrons donc discuter plus complètement ce qui se passe :

A. Quand on ouvre le circuit lors de la pleine charge.

B. Quand on rompt un court-circuit.

A

Si i_0 représente la valeur instantanée du courant de la pleine charge, et e_0 la grandeur momentanée de la différence aux bornes du condensateur, on peut prétendre que ri_0 est petit relativement à e_0, et que

$$i_0 \cdot \sqrt{xk}$$

est du même ordre que e_0.

Posons pour simplifier l'écriture

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{e_0}{i_0 \cdot \sqrt{xk}}$$

et reprenons l'équation (24)

$$\left.\begin{aligned} i''' &= \sqrt{i_0^2 + \frac{e_0^2}{xk}} \cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{x}} \cdot \varphi + \delta\right) \\ e_1''' &= \sqrt{e_0 + i_0^2 \cdot x \cdot k} \cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{x}} \cdot \varphi + \delta\right) \cdot \end{aligned}\right\} \quad (32)$$

L'amplitude de l'oscillation sera donc pour le courant

$$\sqrt{i_0^2 + \frac{e_0^2}{xk}},$$

et pour la tension

$$\sqrt{e_0 + i_0^2 x \cdot k} \cdot$$

La tension induite peut donc être plus élevée que la force électromotrice de la génératrice. Elle est généralement du même ordre de grandeur, excepté cependant quand k est très élevé.

Dans les équations (26), c'est-à-dire dans les expressions pour le courant total et la différence de potentiel aux bornes du condensateur,

$$(e_0 - E \cos \omega)$$

représente la différence entre la tension au condensateur et la force électromotrice d'alimentation, à l'instant où l'oscillation prend naissance, ou, ce qui revient au même, la tension absorbée par l'impédance de la ligne. Cette tension est petite quand le courant n'est pas excessif.

En négligeant les termes en

$$(e_0 - E \cos \omega)$$

les équations (26) se réduisent à :

$$\left.\begin{aligned} i &= -\frac{E}{k} \cdot \sin(\varphi - \omega) + i_0 e^{-\frac{r}{2x}\varphi} \cos\sqrt{\frac{k}{x}} \cdot \varphi \\ e_1 &= E \cos(\varphi - \omega) + i_0 \sqrt{x \cdot k} \cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi} \sin\sqrt{\frac{k}{x}} \cdot \varphi \cdot \end{aligned}\right\} \quad (33)$$

On en conclut que l'oscillation du courant a l'amplitude de l'intensité de la pleine charge et que l'oscillation de potentiel aux bornes du condensateur a pour amplitude

$$i_0 \sqrt{xk},$$

mais nous savons que xk est égal au quotient du coefficient de self-induction L par la capacité C, il vient donc :

$$i_0 \sqrt{xk} = i_0 \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot$$

On voit que dans les circuits de haute self-induction L et de faible capacité C,

$$i_0 \sqrt{xk}$$

peut devenir beaucoup plus élevé que la tension d'alimentation. En coupant sous charge des circuits de ce genre, on pourra produire une sérieuse augmentation de potentiel.

Dans les câbles de faible inductance mais de capacitance très appréciable, l'amplitude

$$i_0 \sqrt{x \cdot k}$$

reste toujours modérée.

Il s'ensuit que l'inductance, en cherchant à maintenir le courant, suscitera des élévations de potentiel que la capacité amortira.

Un faible coefficient de self-induction et une grande capacité seront avantageux lorsqu'il s'agira de couper une ligne en pleine charge.

B

Si une ligne affectée de résistance, d'inductance et de capacitance se trouve en court-circuit, et que ce court-circuit se trouve rompu brusquement au temps $t = 0$, on a pour $t < 0$ c'est-à-dire avant la rupture du court-circuit :

$$\left.\begin{aligned} e_0 &= 0 \\ i &= \frac{E}{Z} \cos(\varphi - \omega - j) \\ &\text{équation dans laquelle} \\ Z &= \sqrt{r^2 + x^2} \\ \operatorname{tg} j &= \frac{x}{r} \cdot \end{aligned}\right\} \quad (34)$$

Au temps $t=0$ on a :

$$i_0=\frac{E}{Z}\cos(\omega+j). \quad (35)$$

Substituons les valeurs de e_0 et de i_0 dans les équations (24) il viendra :

$$i'''=\frac{E}{Z}\cos(\omega+j)\,e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi-\right.$$
$$\left.-\frac{r}{2\sqrt{xk}}\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\right\}$$

$$e_1'''=\frac{E}{Z}\cos(\omega+j)\,e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\cdot\frac{r^2+4xk}{4\sqrt{xk}}\cdot\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi$$

ou en négligeant les termes d'ordre secondaire :

$$\left.\begin{aligned} i'''&=\frac{E}{Z}\cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\cos(\omega+j)\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi \\ e_1'''&=\frac{E\sqrt{xk}}{Z}\cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\cos(\omega+j)\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\,. \end{aligned}\right\} \quad (36)$$

On voit par là que i''' est de la grandeur du courant de court-circuit, et que e_1''' est plus élevé que la force électromotrice de régime, puisque Z est petit relativement à $\sqrt{xk}$.

Les valeurs totales du courant et de la différence de potentiel aux extrémités du condensateur, tirées de l'équation (26) sont :

$$\left.\begin{aligned} i&=-\frac{E}{k}\cdot\sin(\varphi-\omega)+E\cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\cdot\left\{\left[\frac{\cos(\omega+j)}{Z}-\right.\right.\\ &\left.\left.-\frac{\sin\omega}{k}\right]\cdot\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi+\frac{\cos\omega}{\sqrt{x.k}}\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\right\}, \\ e_1'''&=E\cos(\varphi-\omega)-E\cdot e^{-\frac{r}{2x}\cdot\varphi}\cdot\left\{\cos\omega\,.\right.\\ &\left.\cdot\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi-\frac{\sqrt{xk}\cdot\cos(\omega+j)}{Z}\cdot\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\right\}, \end{aligned}\right\} \quad (37)$$

ou d'une manière approximative, puisque tous les termes sont négligables devant i''' et e_1''' :

$$\left.\begin{aligned} i&=\frac{E}{Z}\cdot e^{-\frac{r}{2x}\cdot\varphi}\cdot\cos(\omega+j)\cdot\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\,, \\ e_1&=\frac{E\sqrt{xk}}{Z}\cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\cdot\cos(\omega+j)\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\cdot \end{aligned}\right\} \quad (38)$$

Ces valeurs passent par leur maximum, lorsque l'on ouvre le circuit au moment pour lequel

$$a=-j.$$

c'est-à-dire à l'instant où le courant de court-circuit est lui-même maximum.

On a alors

$$\left.\begin{aligned} i&=\frac{E}{Z}\cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\cdot\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi, \\ e_1&=\frac{\sqrt{xk}}{Z}\cdot E\cdot e^{-\frac{r}{2x}\cdot\varphi}\cdot\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi\cdot \end{aligned}\right\} \quad (39)$$

De sorte que dans ces conditions l'amplitude de l'oscillation de potentiel aux bornes du condensateur est égale à

$$\frac{\sqrt{xk}}{Z}\cdot E,$$

En négligeant maintenant la résistance ohmique r de la ligne on peut poser, en faisant il est vrai une approximation un peu grossière,

$$x=Z,$$

et pour l'amplitude ci-dessus

$$\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot E\cdot$$

Donc, la différence de potentiel aux extrémités du condensateur augmente la force électromotrice normale dans le rapport de la racine carrée du quotient de la capacitance à l'inductance, ou autrement dit dans un rapport inversement proportionnel à la racine carrée du produit du coefficient de self-induction L par la capacité C.

On voit donc par là que la rupture brusque du court-circuit peut faire naitre des tensions excessives.

L'intensité minima de l'oscillation causée par l'interruption du court-circuit se produit quand le circuit est ouvert au moment

$$a=90^\circ-j,$$

c'est-à-dire à l'instant où le courant de court-circuit passe par zéro.

On a dans ce cas particulier :

$$\left.\begin{aligned} i&=\frac{E}{k}\cos(\varphi+j)-E\cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\left\{\frac{\cos j}{k}\cdot\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\varphi-\right.\\ &\left.-\frac{\sin j}{\sqrt{xk}}\cdot\sin\sqrt{\frac{k}{x}}\varphi\right\} \\ e_1&=E\sin(\varphi+j)-E\cdot e^{-\frac{r}{2x}\varphi}\sin j\cdot\cos\sqrt{\frac{k}{x}}\cdot\varphi \end{aligned}\right\} \quad (40)$$

La différence de potentiel aux extrémités du condensateur est alors inférieure au double de la force électromotrice normale, c'est-à-dire modérée.

On doit en conclure qu'on peut interrompre un court-circuit sans danger, seulement lorsque le courant de court-circuit à une valeur très voisine de zéro.

Ce phénomène cesse d'être oscillatoire, et se transforme en une décharge logarithmique quand

$$\sqrt{r^2-4\times k}$$

est une racine réelle, c'est-à-dire lorsque

$$r<2\sqrt{xk}.$$

Nous allons donner quelques exemples pour mieux faire comprendre l'importance du phénomène qui vient d'être étudié.

I. — Supposons que, dans une canalisation transportant 100 ampères sous 20 000 volts, la chute ohmique de ten-

sion soit les 8 pour 100, la force électromotrice de self-induction les 15 pour 100 de la tension normale, et le courant de charge les 8 pour 100 de l'intensité de la marche normale.

Comptons pour la chute ohmique dans les transformateurs élévateurs de tension 1 pour 100, et pour leur force électromotrice de self-induction 2 1/2 pour 100 du voltage normal.

La chute ohmique, entre les bornes des génératrices et le milieu de la canalisation sera alors de 6 pour 100 et par conséquent

$$r = 10 \text{ ohms}.$$

La force électromotrice de self-induction est, dans les mêmes conditions, de 10 pour 100, ce qui fait que

$$x = 20 \text{ ohms}.$$

Le courant de charge de la ligne aura une intensité de 8 ampères, ce qui veut dire que la capacitance

$$k = 2500 \text{ ohms}.$$

Il vient alors, la tension normale étant supposée sinusoïdale

$$E = 20\,000 \,.\, \sqrt{2} = 28\,280 \text{ volts},$$

$$i' = -11{,}3 \sin(\varphi - \omega),$$

$$e_1' = 28\,280 \cos(\varphi - \omega),$$

$$i'' = -11{,}3 \,.\, e^{-0{,}25\varphi} [\sin\omega \,.\, \cos 11{,}2\,\varphi - \\ - 11{,}2 \cos\omega \sin 11{,}2\,\varphi],$$

$$e_1'' = -28\,280\, e^{-0{,}25\varphi} [\cos\omega \,.\, \cos 11{,}2\,\varphi - \\ - 0{,}089 \sin\omega \,.\, \sin\omega \,.\, \sin 11{,}2\,\varphi].$$

Par conséquent, l'oscillation produite en mettant la ligne sous charge peut s'écrire :

$$i = -11{,}3 [\sin(\varphi - \omega) + e^{-0{,}25\varphi} (\sin\omega \,.\, \cos 11{,}2\,\varphi - \\ - 11{,}2 \cos\omega \,.\, \sin 11{,}2\,\varphi)]$$

$$e_1 = 28\,280 [\cos(\varphi - \omega) - e^{-0{,}25\varphi} (\cos\omega \,.\, \cos 11{,}2\,\varphi - \\ - 0\,.\,089 \sin\omega \,.\, \sin 11{,}2\,\varphi)]$$

On a pour le maximum qui a lieu pour $\omega = 0$

$$i = -11{,}3 (\sin\varphi - 11{,}2 \,.\, e^{-0{,}25\varphi} \,.\, \sin 11{,}2\,\varphi)$$

$$e_1 = 28\,280 (\cos\varphi - e^{-0{,}25\varphi} \,.\, \cos 11{,}2\,\varphi)$$

Il vient de même pour les valeurs minima qui se produisent pour $\omega = 90°$

$$i = 11{,}3 (\cos\varphi - e^{-0{,}25\varphi} \,.\, \cos 11{,}2\,\varphi)$$

$$e_1 = 28\,280 (\sin\varphi + 0{,}089 \,.\, e^{-0{,}25\varphi} \,.\, \sin 11{,}2\,\varphi).$$

Les figures 1 et 2 ont été construites avec ces équations. Le courant i est représenté par des traits pointillés et les différences de potentiel par des lignes pleines.

Les valeurs normales sont également portées dans ces diagrammes.

En ouvrant le circuit en pleine charge on a :

$$i = -11{,}3 \sin(\varphi - \omega) + e^{-0{,}25\varphi} (i_0 - 11{,}3 \sin\omega) \\ \cos 11{,}2\,\varphi$$

$$e_1 = 28\,280 \cos(\varphi - \omega) + 224\, i_0 \,.\, e^{-0{,}25\varphi} \,.\, \sin 11{,}2\,\varphi$$

Ces valeurs passent, par leur maxima, pour $\omega = 0$, et

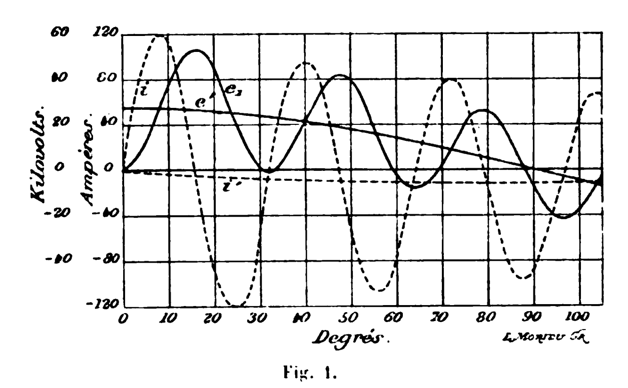


Fig. 1.

lorsque la charge n'est pas inductive, c'est-à-dire lorsqu'on a

$$i_0 = 141{,}4 \text{ ampères},$$

il vient alors pour ces maxima

$$i = -11{,}3 \sin\varphi + 141{,}4\, e^{-0{,}25\varphi} \,.\, \cos 11{,}2\,\varphi$$

et

$$e_1 = 28\,280 \cos\varphi + 31\,600\, e^{-0{,}25\varphi} \sin \,.\, 11{,}2\,\varphi.$$

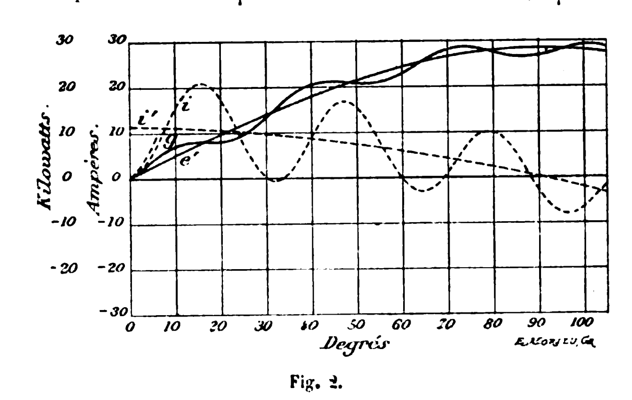


Fig. 2.

Ces valeurs sont indiquées dans la figure 3 et de la même manière que dans les deux figures précédentes.

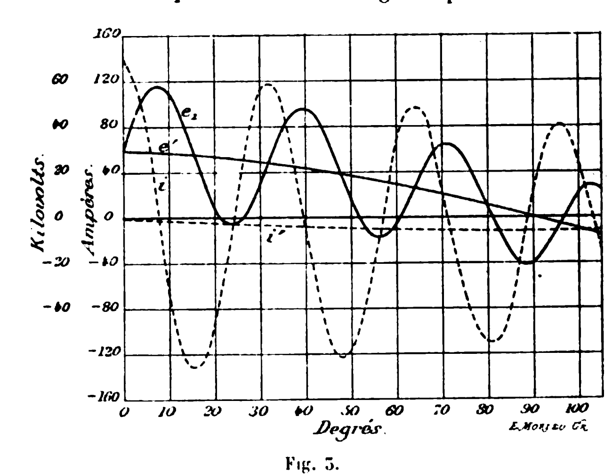


Fig. 3.

Si maintenant on ouvre la ligne durant un court-circuit, on a

$$Z = 22{,}4$$

$$i_0 = 1265 \cos \omega + j)$$

et par conséquent

$$i = -11,5 \sin(\varphi - \omega) + 1265\, e^{-0,25\varphi} \{[\cos(\omega + j) - 0.0089 \sin \omega] \cos 11,2\,\varphi + 0,1 \cos \omega . \sin 11,2\}$$

$$e_1 = 28\,280 \{\cos(\varphi = \omega) - e^{-02.5\varphi} [\cos \omega . \cos 11,2\,\varphi - 10 \cos(\omega + j) \sin 11,2\,\varphi]\}$$

Les maxima se produisent pour

$$\omega = -j = -65^{\circ}$$

et ont pour valeur

$$i = -11,5 \sin(\varphi + 65^{\circ}) + 1265\, e^{-0,25\varphi} (\cos 11,2\,\varphi + 0.044 \sin 11,2\,\varphi)$$

$$e_1 = 28\,280 \cos(\varphi + 65^{\circ}) - 282\,800\, e^{-0,25\varphi} (0,044 \cos 11,2\,\varphi - \sin 11,2\,\varphi).$$

On voit par là que la différence de potentiel se trouve décuplée, puisqu'elle atteint 282 800 volts environ.

Ces valeurs sont illustrées par la figure 4.

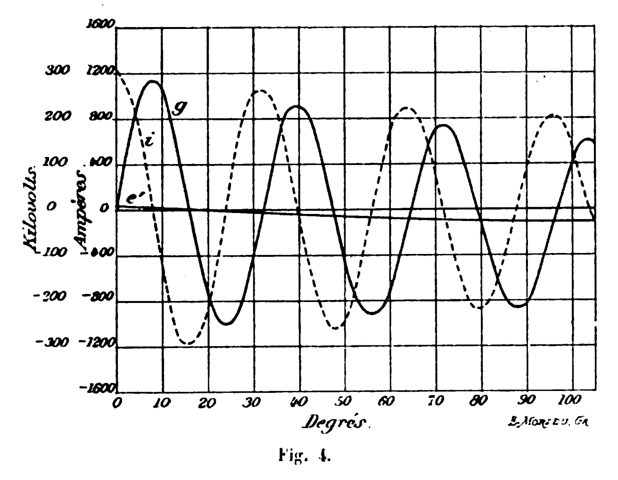


Fig. 4.

II. La ligne artificielle, dont nous parlions dès le début, et sur laquelle l'auteur remarqua, pour la première fois, les tensions considérables qui sont induites lors de la rupture d'un court circuit, était alimentée sous 10000 volts et avec une fréquence de 40 cycles par seconde. Durant le phénomène, la différence de potentiel aux bornes de la génératrice tombait probablement à environ 5000 volts, à cause de sa puissance limitée. La résistance ohmique du système était très faible, puisqu'elle se trouvait voisine d'un ohm, l'inductance pouvait être estimée à

$$x = 10 \text{ ohms}$$

et la capacité à

$$k = 20\,000 \text{ ohms}$$

Dans ces conditions, on avait

$$\text{tg}\, j = 10$$

ou, d'une manière approximative,

$$j = 90^{\circ}$$

Il s'en suivait que

$$i = 707\, e^{-0,05\varphi} . \cos 44,7\,\varphi$$

et

$$e_1 = 316\,000\, e^{-0,05\varphi} . \sin 44,7\,\varphi.$$

La fréquence de l'oscillation était, par conséquent, de 1800 cycles à la seconde et la tension maxima d'à peu près un tiers de million de volts. Il est inutile d'ajouter que cette force électromotrice suffisait pleinement à causer de fortes décharges disruptives.

On peut donc, comme conclusion de ce qui précède, prétendre :

1° Que dans les circuits à haute tension, affectés de self-induction et de capacité, les élévations considérables et subites de la tension ne sont pas des phénomènes de résonance avec l'onde de la force électromotrice normale de régime, ou avec ses harmoniques supérieures, lorsque cette dernière s'écarte de la sinusoïde parfaite, mais sont causées par des oscillations électriques engendrées par une perturbation dans les conditions de régime du circuit.

2° Que ces phénomènes sont essentiellement indépendants de l'onde de la tension normale, mais dépendent uniquement des conditions dans lesquelles s'effectue cette perturbation, et principalement du point précis des ondes de la force électromotrice et du courant où cette perturbation se produit.

3° Que les oscillations qui naissent en reliant la ligne à la génératrice ne sont pas dangereuses, mais que celles qui accompagnent l'ouverture d'un circuit en pleine charge, sont susceptibles de causer des dégâts.

4° Que les oscillations produites par la rupture d'un court circuit conduisent à des différences de potentiel telles qu'aucun isolement ne saurait leur être opposé avec efficacité.

5° Que les tensions dues aux oscillations provoquées par l'ouverture du circuit en charge ou par la rupture d'un court circuit restent modérées, si cette ouverture ou cette rupture se font à un certain point de l'onde de la force électromotrice. Ce point coïncide approximativement avec le moment où le courant passe par zéro.

Boy de la Tour.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les téléphones à Londres. — Cette question a été discutée devant le Parlement le 26 janvier; le gouvernement obtint une majorité qui approuva la transaction. Nous avons dit, il y a quelque temps, que tous les conseils des divers quartiers avaient envoyé des délégués au Guildhall sur l'invitation du conseil municipal de la Cité afin de décider sur la manière de procéder; le lord mayor, qui est membre du Parlement, fut chargé d'exprimer l'avis de l'assemblée sur l'accord intervenu entre le Postmater général et la *National Telephone C°*. L'occasion se présenta, pendant la discussion qui suivit le discours du

roi, lorsque le lord mayor proposa un amendement disant que le gouvernement devrait étudier la question à nouveau, afin d'éviter la concurrence entre les deux services. Le sous-secrétaire des Postes répondit, dans un discours très catégorique, en disant que si on ne travaillait pas d'accord avec la *National Telephone C°*, les Postes ne pourraient offrir aucun encouragement aux souscripteurs pour employer le nouveau système. A la fin, le lord mayor voulait retirer son amendement; mais les membres radicaux de Londres amenèrent la question à un vote; le résultat fut que le gouvernement eut une majorité de 88 voix. Les votes furent donnés en partie pour et contre le gouvernement, car le gouvernement fit de la question une question de confiance; mais si cela n'avait pas été le cas, il est presque certain que l'amendement du lord mayor aurait été adopté.

On suggère maintenant qu'on ne devrait pas laisser cette affaire au repos, et que la commission devrait se réunir; mais il n'est pas sûr que l'on pourrait retirer de cette manœuvre certains avantages, car la position du gouvernement est de beaucoup la plus forte.

Les génératrices de tramways de l'usine de Bolton. — Il y a quelque temps, on a fait les essais de recette dans les usines de l'*English Electric Manufacturing C°*, à Preston, d'un des plus grands générateurs qu'on ait jamais construits en Angleterre. Celle-ci est une Compagnie filiale de MM. Dick Kerr et C°, cette maison qui a beaucoup fait pour montrer qu'avec des usines très bien outillées, les manufacturiers anglais peuvent concourir avec les américains et les allemands.

Les générateurs sont enroulés en compound pour 550 volts, et ils seront montés entre les cylindres des machines verticales de Musgrave, les induits étant directement attelés aux volants.

La puissance de chaque machine est de 1100 kilowatts à 100 tours par minute; elles ont chacune 12 pôles en acier laminé fondus dans la carcasse des inducteurs. Elles pèsent chacune 57 000 kg, l'armature seule étant de 22 000 kg. Pendant les épreuves, qui se firent par la méthode Hopkinson, où l'on emploie une machine comme moteur pour actionner l'autre comme générateur, et, en compensant la perte par une source extérieure, on montra qu'elles pouvaient fonctionner sous une surcharge de 50 pour 100, ou avec une charge qui variait de zéro à une surcharge de 50 pour 100, sans décaler les balais et sans la moindre trace d'étincelles.

Actuellement, la Compagnie a des commandes pour plus de 20 000 kw de machines dans ses usines, soit pour l'Angleterre ou les colonies.

Ateliers municipaux actionnés par l'électricité. — Le conseil municipal de West-Ham, une grande municipalité de la banlieue de Londres, vient de passer une commande à MM. Witting frères, pour la conversion de leurs ateliers en substituant l'électricité à la vapeur. On remplacera les transmissions existantes et les machines-outils seront actionnées par des moteurs Heyland, à courant alternatif simple, fonctionnant à 50 périodes et 200 volts, capables de démarrer, si nécessaire, avec un couple énergique. Il y aura deux moteurs de 5 chevaux, deux de 4, deux de 2 et un de 1 cheval.

Il y a quelque temps, cette même maison a fourni plusieurs moteurs pareils aux écuries municipales, pour actionner les machines qui coupent la paille; le succès de cette installation a occasionné la présente commande.

Le secteur municipal alimente un grand quartier avec du courant alternatif simple, et plusieurs moteurs de MM. Witting sont installés dans ce secteur, entre autres un moteur de 15 chevaux, pour actionner la pompe d'un puits profond. Cette maison est une agence d'une Société anonyme d'électricité et hydraulique de Charleroi.

Les usines pour la destruction des ordures à Bermondsey. — Il y a quelques jours qu'on a inauguré le nouveau destructeur d'ordures et les usines d'électricité de Bermondsey, un quartier situé dans le sud-est de Londres. La municipalité jouit de l'avantage remarquable de posséder son hôtel de ville, sa bibliothèque publique, ses bains, ses lavoirs, sa morgue, son destructeur d'ordures, ses usines d'électricité, ses écuries et ses ateliers, tous rassemblés sur un seul terrain.

La présente installation de production consiste en trois machines Willans, directement attelées à des dynamos fabriquées par la *Thames Ironworks C°*, d'une puissance totale de 575 kilowatts; un survolteur et une batterie d'accumulateurs Tudor. MM. Crompton et Cie ont fourni le tableau de distribution et ils ont aussi organisé l'éclairage public par lampes à arc. Nous espérons bientôt donner des détails sur les chaudières.

Comme c'est l'usage en Angleterre, avec des entreprises municipales de cette sorte, on aura bientôt une exposition électrique dans ce quartier, afin de montrer aux contribuables le grand nombre d'avantages procurés par l'emploi de l'électricité.

Les tramways électriques de Liverpool. — Ce projet municipal de traction, le plus grand et le plus important de tout le Royaume-Uni, continue à faire des progrès remarquables. A une réunion récente de la commission des tramways, on a donné des statistiques sur l'exploitation de cette ligne.

Les chiffres, pour l'année dernière, ont montré que les trains avaient effectué un parcours de 17 500 000 km, qu'on avait transporté 101 000 000 de voyageurs, et que les recettes furent de plus de 11 000 000 de fr.

Le surcroît sur les recettes de l'année dernière fut de plus de 1 250 000 fr, et les profits excédaient cette somme considérablement. On a décidé de placer deux tiers de ce surplus en un fonds de réserve et d'utiliser le surplus à soulager les impôts de la ville.

Un accident sur le chemin de fer électrique de City and South London. — Il paraît bizarre qu'après

plusieurs années d'exploitation sans aucun accident, deux ou trois catastrophes aient eu lieu dans les tunnels des chemins de fer électriques, pendant un espace de temps si court, pour ne pas même mentionner celui qui a récemment eu lieu à Paris.

Dernièrement, un accident arriva sur le chemin de fer de la Cité, qui est en tube. D'un rapport officiel, il résulte qu'à $7^h,30^m$ du matin, lorsqu'un train fut à près de 70 mètres d'une des stations, un court-circuit eut lieu sur un des moteurs de la locomotive. Ceci amena l'arrêt de la locomotive et le train ne pouvait plus bouger. On alla chercher des secours et un autre train, qui venait par derrière, poussa le premier dans la station. Les voyageurs descendirent à la station, mais ils furent un peu incommodés par la quantité considérable de fumée qui était sortie de la locomotive, due à la carbonisation des isolants. Sans doute, plusieurs personnes se sont souvenues de l'accident terrible de Liverpool, il y a quelques semaines.

Après une inspection, il fut reconnu évident que l'accident au mécanisme était d'un caractère sérieux, et on se décida à interrompre complètement le courant sur la ligne pendant quelques minutes. En tout, le trafic fut arrêté pendant une heure à peu près. Ces accidents semblent toujours avoir lieu lorsque la ligne est le plus nécessaire pour le trafic.

Les explosions récentes dans la Cité. — Quoique l'inspecteur du *Board of Trade* n'ait pas encore déposé son rapport sur les explosions qui ont soulevé le trottoir en deux endroits de la Cité dans une même journée, il y a quelques semaines, il ressort de l'enquête faite par des experts que la cause était tout à fait inattendue. On a démontré que l'explosion était due à un amas de gaz produit par le bitume dans lequel on avait déposé les câbles. On n'a pas encore vu pareille chose jusqu'à présent, et on s'est naturellement posé cette question : comment ce gaz a-t-il été produit? L'ingénieur de la *City of London Electric Lighting C°* a suggéré que les câbles principaux de la *Charing Cross C°* surchauffaient le terrain entier dans la Cité, et que ceci fut la cause de la distillation du gaz du bitume. Il faut cependant se souvenir que ces deux Compagnies sont en rivalité et que ce n'est que tout récemment qu'on a permis à celle-ci de concourir dans la Cité avec celle-là. C. D.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 13 janvier 1902.

Sur les corps radioactifs. — Note de M. P. Curie et Mme S. Curie, présentée par M. H. Becquerel. (Voy. *les Comptes rendus.*)

Principe relatif à la distribution des lignes d'induction magnétique. — Note de M. Vasilesco Karpen, présentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — Le problème de la distribution des lignes d'induction se présente à chaque instant dans l'étude des dynamos; pour trouver les flux magnétiques utilisés dans ces machines, les ingénieurs appliquent les lois de Kirchhoff aux tubes formés par les lignes d'induction tracées de façon approximative.

La généralisation des lois de Kirchhoff, on le sait, n'a rien d'arbitraire ou d'empirique; toute l'incertitude consiste dans le tracé des lignes d'induction, et l'équation de continuité à laquelle doit satisfaire l'induction ne se prête guère à guider ce tracé.

Le principe que j'énonce plus loin, équivalent, d'ailleurs, à l'équation de continuité, se prête mieux que celle-ci aux applications, étant l'expression directe d'une loi qui semble naturelle et générale.

Une distribution approchée ou arbitraire des lignes d'induction peut être considérée comme une distribution réelle, en imaginant que les parois des tubes d'induction sont imperméables aux lignes de force; on peut alors dire qu'à chaque distribution correspond une certaine énergie intrinsèque du milieu et, dans ces conditions, nous pouvons énoncer le principe suivant :

Dans un milieu magnétique soumis à l'action d'un certain nombre de forces magnétomotrices, le parcours des lignes d'induction est tel que l'énergie intrinsèque du milieu est maximum.

Soient $\mathcal{F}$, $\mathcal{F}'$, ... les forces magnétomotrices agissantes, Φ, Φ' ..., les flux traversant ces forces magnétomotrices.

L'énergie intrinsèque du milieu sera :

$$W = \frac{1}{8\pi}(K\mathcal{F}\Phi + K'\mathcal{F}'\Phi' + \ldots),$$

K, K' ..., étant des coefficients moindres que l'unité.

Il faudra donc choisir le trajet des lignes d'induction de façon à rendre maximum cette expression qui est pratiquement calculable.

Si, comme il arrive souvent, on n'a qu'une seule force magnétomotrice, le flux la traversant devra être maximum, ou, ce qui revient au même, la réluctance devra être minimum. (Suit la démonstration de ce principe pour lequel nous renvoyons le lecteur aux *Comptes rendus.*)

Sur la différence de potentiel et l'amortissement de l'étincelle électrique à caractère oscillatoire. — Note de M. F. Beaulard, présentée par M. Mascart. — Cette note a pour objet de compléter et de rectifier celle que j'ai communiquée précédemment à l'Académie [1], le 5 août dernier; une erreur de décimales s'est introduite dans mes calculs, de telle sorte que les nombres trouvés pour la différence de potentiel, relative à une certaine

[1] *Comptes rendus*, 1901, t. CXXXIII, p. 336.

distance explosive, sont dix fois trop forts. Le tableau suivant, dans lequel la correction a été faite, donne, pour des longueurs d'étincelle variables de 0,1 à 1 cm, la valeur efficace v du potentiel, entre des boules de 1 cm de diamètre, déterminée par l'électromètre absolu, c'est-à-dire la racine carrée de la moyenne quadratique des potentiels oscillants; on a inscrit, en même temps, la valeur v' de la différence de potentiel, pour une même longueur d'étincelle, d'après MM. Bichat et Blondlot.

c.	v.	v'.	v' v.
0.1	1.575	16,10	14.55
0.2	1.967	27.50	25.55
0.3	2.524	38.20	35,88
0.4	2,700	47,70	45.00
0,5	3.085	36,50	35,22
0.6	3.471	64.90	61.45
0,7	4.048	71.60	67.55
0.8	4.812	77,09	72,19
0.9	7.052	81,60	75.57
1.0	8.045	84.70	76,66

Les valeurs que j'avais données pour le coefficient α du facteur d'amortissement $e^{-\alpha t}$ doivent être également corrigées; par suite de l'erreur de calcul qui affecte v, elles sont en effet cent fois trop faibles et, du reste, ne déterminent α qu'à un facteur constant près; le raisonnement que j'ai fait dans ma note précédente est incomplet, ainsi que me l'a fait remarquer obligeamment M. Mascart.

Si le potentiel oscillant est de la forme

$$V = Be^{-\alpha t} \cos \frac{2\pi}{T}(t + k),$$

la moyenne de V^2 pour une période est égale à $\frac{B^2 e^{-2\alpha t}}{2}$, et l'intégrale de cette expression étendue à *une décharge totale* a pour valeur $\frac{B^2}{4\alpha}$.

Le nombre des décharges étant de n par seconde, la moyenne v^2 du carré des potentiels oscillants est $n\frac{B^2}{4\alpha}$; comme la première étincelle correspond au potentiel $v' = B$, il en résulte

$$\alpha = \frac{1}{4} n \frac{v'^2}{v^2}.$$

Une série de mesures faites sur le trembleur de la bobine de Ruhmkorff a donné $n = 19,5$; on a alors le tableau suivant :

c.	α.	θ.
		s.
0,1	487,5	0,0094
0,2	955,5	0,0048
0.3	1506,5	0,0055
0,4	1521.5	0.0050
0,5	1618,5	0,0028
0.6	1696.5	0.0027
0.7	1521.0	0.0030
0.8	1248.0	0.0056
0.9	682,5	0.0067
1,0	546,0	0.0084

La seconde colonne indique le temps θ au bout duquel l'amplitude serait réduite à $\frac{1}{100}$. On voit que l'amortissement augmente, passe par un maximum (pour 0,6 cm), et diminue ensuite. Ce résultat peut dépendre des constantes du circuit de décharge (self-induction et capacité) et de diverses autres circonstances telles que l'énergie radiée par l'étincelle, sa température, sa résistance et le travail mécanique qu'elle effectue dans son parcours à travers l'air. Quoi qu'il en soit, la vibration a une forme pendulaire très amortie, ce qui est bien conforme aux idées de MM. Poincaré et Bjerkness.

Téléphonie sans fil, par la terre. — Note de M. E. Ducretet, présentée par M. H. Poincaré. — En m'inspirant des expériences réalisées en 1876 par Bourbouze, et tout en poursuivant mes travaux sur la télégraphie sans fil, j'ai cherché à reproduire la parole dans un téléphone ordinaire, en me servant de la terre comme conducteur unique. Les premiers résultats obtenus donnent un certain intérêt à ces expériences.

Le *transmetteur* comprend une batterie de quelques éléments de piles ou d'accumulateurs reliés directement à un *microphone* et à *deux prises de terre*, d'une certaine surface, enfouies à 1,50 m de la surface du sol; ces prises de terre sont éloignées l'une de l'autre; quelques mètres de distance suffisent.

Pour le *récepteur*, j'utilise un puits de carrière, de 18 m de profondeur, communiquant avec les catacombes; l'orifice de ce puits se termine, à la surface du sol, par un tuyau en fonte de fer de 9 cm de diamètre et de 4 m de longueur. Un conducteur isolé, descendu dans ce puits vertical, amène une sphère métallique de 8 cm de diamètre au contact du *sol des catacombes*. A la sortie du puits, ce conducteur est fixé à une des bornes d'un *téléphone ordinaire*; l'autre borne est amenée au contact du tube de fonte, à la surface du sol.

Les *prises de terre, ainsi faites en pleine terre*, sont séparées par un corps de bâtiment avec caves et d'épais murs. La couche de terre qui sépare les deux postes, transmetteur et récepteur, n'est donc pas d'épaisseur négligeable.

Ces conditions d'installation peuvent varier suivant les terrains utilisés pour ces expériences de *téléphonie sans fil* et la distance qui sépare les postes; la profondeur du puits n'est pas indispensable pour le succès de l'expérience; mais, dans le cas actuel, cette grande profondeur donne un caractère intéressant aux résultats acquis : ***les couches géologiques n'interviennent pas comme dans l'expérience de Bourbouze, avec courants telluriques faisant dévier l'aiguille d'un galvanomètre sensible.***

Quand on parle devant la membrane du microphone, toutes les vibrations produites par la voix, même les plus faibles, donnent naissance à des augmentations et à des diminutions de pression sur les contacts microphoniques et, par suite, à des variations successives, de même ordre, de l'intensité du courant qui circule dans le *circuit microphonique et téléphonique fermé par la terre seule*, sans conducteur métallique entre les postes. Malgré les multiples variations des vibrations que donne la voix humaine sur la membrane du microphone, et la nature du milieu *terre* interposé entre les postes, *la parole est reproduite dans le téléphone avec une netteté remarquable, sans l'intervention d'aucun de ces bruits parasites si gênants dans la téléphonie par fils conducteurs.*

Le voisinage du courant continu ou alternatif des dynamos de mes ateliers ne trouble pas cette *réception par la terre*.

L'explication est difficile à donner; mais il est certain que la terre, dans cette expérience, filtre, en quelque sorte, le *courant d'aller et de retour* nécessaire au fonc-

tionnement des appareils : ce courant se diffuse par des dérivations pouvant actionner un certain nombre de téléphones placés à des distances quelconques du transmetteur.

Dans le poste de la rue Claude-Bernard, ces courants peuvent actionner un *relais avec sonnerie d'appel.*

Si l'on soulève la sphère qui repose simplement sur le sol des catacombes, toute réception cesse : elle reprend dès que le contact de la sphère avec le sol est rétabli. *Ce sol est sec.* Cette démonstration est concluante.

Ces expériences vont continuer à de plus grandes distances et en faisant varier les conditions d'installation des prises de terre.

De l'influence des basses pressions barométriques sur la fréquence des aurores polaires. — Note de M. H. Stassano, présentée par M. Mascart. (Voy. *les Comptes rendus.*)

Sur la thermo-électricité des aciers et des ferro-nickels. — Note de M. G. Belloc, présentée par M. Ditte. — Les résultats indiqués dans ma précédente communication[1] ont été précisés et étendus, par l'emploi de la même méthode, à des échantillons titrés; le dispositif expérimental déjà sommairement décrit consiste à déterminer les courbes en (E, t) et $\left(\frac{dE}{dt}, t\right)$, de 20 en 20°, de couples acier-platine, en opérant dans un four électrique donnant des températures croissant ou décroissant avec une vitesse aussi faible que l'on veut.

Les essais ont porté sur une série d'échantillons titrés allant depuis le fer doux jusqu'à l'acier renfermant 1,25 pour 100 de carbone; ces échantillons provenaient des aciéries d'Unieux et d'Assailly.

Les courbes en (E, t) montrent une progression continue de E avec t; elles présentent trois points d'inflexion. La teneur en carbone abaisse la valeur de E, le manganèse aussi.

Si maintenant l'on construit les courbes en $\left(\frac{dE}{dt}, t\right)$, on voit qu'elles présentent toutes la même allure que j'ai décrite dans ma première communication; c'est-à-dire un minimum commun vers 380°, un maximum en relation avec la position du point a_3 et un second minimum distant de 120° environ du maximum. Ces résultats sont à rapprocher de ceux trouvés par M. H. Le Chatelier sur la variation de résistance électrique avec la température.

Enfin, toutes ces courbes qui, à partir de 680°, s'étaient nettement séparées les unes des autres au fur et à mesure que se produisait leur maximum, cheminent en voisinant à partir de 1000°. Par conséquent, de 650 à 1000°, le fer se trouve dans un état tel qu'une proportion plus ou moins grande de carbone suffit pour déplacer en avant sa courbe représentative de pouvoir thermo-électrique et caractériser ainsi sa teneur en carbone; cet état correspondrait à celui qu'a défini M. Pionchon dans son étude de la chaleur spécifique du fer.

Enfin mon étude a porté sur une série d'aciers au nickel dont M. Steinmann avait déterminé la force électromotrice, par rapport au plomb, pour certaines températures d'ébullition dont la plus élevée n'a pas dépassé 500°.

Les teneurs en nickel variaient depuis 5 pour 100 jusqu'à 35,5 pour 100; à l'encontre des résultats précédents, je n'ai pas obtenu de variation progressive de courbes en relation avec la composition chimique. De cette étude il résulte que :

1° La forme générale des courbes en (E, t) de couples ferro-nickel-platine est parabolique;

2° Il y a exception pour l'acier à 5 pour 100 de nickel;

3° Les aciers à 5 pour 100 et à 28 pour 100 ont présenté, à partir de 400 à 500°, des variations brusques, révélatrices d'une transformation moléculaire;

4° L'acier à 28 pour 100 se distingue par sa grande force électromotrice et la température de son point neutre;

5° De faibles variations de teneur en nickel suffisent pour amener de grandes variations dans la température du point neutre et sa force électromotrice, ainsi que le montre le tableau ci-après :

Teneur pour 100 de nickel.	Température du point neutre en degrés.	E en microvolts. en degrés.
5	»	196 à 400
21	250	980
26	60	70
28	495	6500
30,4	95	120
31,6	190	1050
33.2	84	112
35.5	150	616

M. Branly adresse, par l'intermédiaire de M. *H. Poincaré*, une réclamation à propos de la notice sur la télégraphie sans fil, publiée par M. *H. Poincaré* dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes pour* 1902.

C'est par erreur que le *tube à limaille*, employé dans la télégraphie sans fil comme récepteur des ondes hertziennes, est présenté dans cette notice comme ayant eu *deux* inventeurs : M. Branly et M. Lodge.

Comme l'atteste une lettre de M. Lodge à M. Branly, du 8 janvier 1899, M. Lodge ne revendique aucune part dans la découverte que M. Branly a faite, en 1890, de l'action que les étincelles électriques exercent à distance sur les limailles métalliques.

Séance du 20 janvier 1902.

Sur l'application des équations de Lagrange aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques. — Note de M. Liénard, présentée par M. A. Potier. (*Extrait.*) — M. Carvallo (Voy. *les Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 924) en prenant comme exemple la roue de Barlow, arrive à ce résultat que les équations de Lagrange ne seraient pas toujours applicables aux phénomènes électrodynamiques, notamment dans le cas des conducteurs à deux ou trois dimensions.

Nous nous proposons d'établir que cette restriction n'est pas fondée et qu'un raisonnement rigoureux appli-

[1] *Comptes rendus*, 30 juillet 1900.

qué au calcul des équations de Lagrange conduit bien aux équations exactes du mouvement de la roue de Barlow. (Voy. la démonstration aux *Comptes rendus.*)

Électrodynamique des corps en mouvement. — Note de M. E. Carvallo, présentée par M. H. Poincaré. (*Extrait.*) — *Introduction.* — L'analyse de la charge d'un condensateur par un courant voltaïque conduit [1], pour les corps en repos, à ces lois :

1° *Le flux du courant total à travers toute surface fermée est nul.*

2° *La force électromotrice totale dans tout contour fermé est nulle.*

J'en ai déduit les équations de l'électrodynamique pour les corps en repos [2]. Je vais étendre ces résultats aux corps en mouvement. (Voy. *les Comptes rendus.*)

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 5 février 1902.

La séance est ouverte à 8h30m sous la présidence de M. Hillairet. Après l'expédition des affaires courantes, M. Détroyat, qui a bien voulu consacrer à la Société des électriciens un important travail sur **Le chemin de fer métropolitain de Paris**, fait une communication sur l'exploitation de ce chemin de fer.

Distribution de l'énergie. — Elle se fait, on le sait, par courant continu à 550 volts transmis aux voitures par des rails en acier dur.

L'éclairage des souterrains est obtenu par série de 5 lampes sur 550 volts; on a organisé deux circuits principaux, l'un à droite, l'autre à gauche, reliés séparément à l'usine. De cette façon, en cas d'accident à l'un d'eux, l'autre continue à éclairer. Ces circuits sont du reste montés directement sur la batterie d'accumulateurs, de façon à fonctionner même pendant l'arrêt des machines, si un accident se produit.

L'usine de Bercy comprend 3 groupes électrogènes de 1500 kw, dont un à courant continu, les deux autres fournissant des courants triphasés; il y a en outre une batterie d'accumulateurs, deux groupes d'excitatrices, deux survolteurs et des groupes transformateurs.

La dépense d'excitation des alternateurs est de 2,5 pour 100 et l'écart maximum de tension de ces mêmes machines atteint 8 pour 100.

Les survolteurs comportent deux enroulements, l'un série traversé par le courant de la batterie, l'autre shunt en dérivation sur les barres du tableau de distribution.

Les groupes transformateurs comportent trois transformateurs statiques et des commutatrices à 6 bagues tournant à 250 tours par minute, le rendement de ces dernières varie de 88 à 90 pour 100.

La batterie d'accumulateurs dont la capacité atteint 1600 ampères-heure peut supporter des à-coups de 3000 ampères, elle agit dans la journée comme tampon et assure l'éclairage des ateliers la nuit.

L'usine de Bercy n'ayant pas été prête dès le début de l'exploitation, on s'est adressé à la Compagnie parisienne d'électricité qui a mis à la disposition du Métropolitain son usine du boulevard Richard-Lenoir; le courant qu'elle produisait a servi à former la batterie et à exploiter dès le début.

Plus tard les usines triphasées des Moulineaux et d'Asnières ont fourni du courant à la sous-station de l'Étoile, grâce à l'utilisation des câbles spéciaux de la plateforme et du chemin de fer de l'Exposition.

Depuis le 1er novembre 1901 l'usine de Bercy a assuré à elle seule tout le service.

M. Détroyat montre ensuite des courbes obtenues à l'ampèremètre enregistreur à l'usine de Bercy, ainsi que les courbes de charge et de décharge de la batterie.

De 5 heures à 9 heures du matin, 28 trains sont en marche, la courbe monte régulièrement au fur et à mesure que se font les départs successifs.

Après 9 heures, 26 trains seulement sont en marche; la courbe descend légèrement, puis remonte brusquement aux environs de midi.

De midi à 3 heures on ajoute 2 trains de 7 voitures mais leur présence est insensible sur la courbe.

Entre 3 heures et 7 heures, c'est la pleine charge; 28 trains sont en marche, en particulier de 6 heures à 7h,15m, trafic très intense; puis la courbe diminue brusquement jusqu'à 1 heure du matin, le nombre des trains de 8 heures à 1 heure du matin n'étant que de 12 de 4 voitures seulement.

La courbe du courant de la batterie est tout aussi suggestive. Vers 5 heures du matin la batterie fournit du courant (éclairage des gares, ateliers, etc.); puis les machines sont mises en marche et on charge à partir de 6 heures, pendant la journée la batterie fonctionne en tampon, et pendant les heures de faible consommation, de 8 heures à minuit, elle est rechargée.

Avec le survolteur et la batterie on consomme 4 pour 100 seulement de l'énergie, enfin la dépense de charbon est de 1,8 kg par kw : h sortant de l'usine.

Matériel roulant. — On utilise des rames de trains de 4, 5 ou 7 voitures; les motrices sont à 1 loge ou à 2 loges : ces dernières sont employées sur les embranchements sans voie circulaire de retour, de façon à permettre au wattman d'actionner la voiture de chacune de ses extrémités. Les contrôleurs sont du type bien connu série-parallèle à soufflage magnétique pour les automotrices des trains de 4 ou 5 voitures.

Pour les trains de 7 voitures deux systèmes se présentaient : ou bien le système par unités multiples (genre Sprague), ou bien par contrôleur à 4 moteurs.

---

(1) E. Carvallo, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1290; 30 décembre 1901.

(2) E. Carvallo, *ibid.*, t. CXXXIV, p. 36; 6 janvier 1902.



La Compagnie Thomson-Houston a présenté un projet basé sur ce dernier système et qui a été adopté.

Dans chacune des deux voitures motrices du train à 7 voitures les deux moteurs sont en permanence en parallèle, mais en série entre les deux voitures au moment du démarrage, puis ils sont tous mis en parallèle. Ce système ne nécessite qu'un seul câble de jonction entre les voitures, on y en ajoute généralement deux autres pour commander l'inverseur de marche.

On a cherché à donner des primes de consommation aux wattmen; pour cela des ampèremètres enregistreurs ont été placés sur les voitures et ont donné des courbes curieuses que M. Détroyat met sous les yeux de la Société.

On distingue très nettement le démarrage avec moteurs en série et la marche en parallèle, le profil de la ligne influe considérablement, il fallait s'y attendre, sur la consommation.

L'intensité maxima a été relevée en rampe de 0,028 entre la rue de Marbeuf et l'avenue de l'Alma, elle s'élevait à 485 ampères sous 550 volts.

En relevant soigneusement plusieurs diagrammes on a pu en déduire pour les voitures une consommation d'énergie de 49 watts-heures par tonne-kilomètre, soit 52 watts-heures, en y comprenant l'éclairage et la consommation du compresseur d'air.

La vitesse moyenne entre deux arrêts est d'environ 21 km : h.

Enfin le freinage s'effectue en 10 secondes sur 50 m en absorbant près de 100 000 kilogrammètres!

M. Détroyat donne des détails intéressants sur le système de signaux, sur les rails de prise de courant et termine en montrant un aperçu des lignes en construction ou en projet.

M. Hillairet remercie M. Détroyat de son intéressant exposé.

M. Marechal trouve que la consommation d'énergie au moment du freinage est considérable, il se demande s'il n'y aurait pas moyen d'en récupérer tout au moins une partie.

M. Hillairet remet la discussion de la communication de M. Détroyat à une prochaine séance.

L'ordre du jour appelle ensuite la discussion sur **La télégraphie sans fil.**

M. Claude présente quelques observations sur la dernière communication de M. le capitaine Ferrié et, par des expériences, donne la preuve de ses assertions.

MM. Grosselin, May et Brylinski reprennent ensuite la question **des canalisations électriques**.

Ces discussions étant représentées par des mémoires entiers lus par leurs auteurs sortiraient du cadre même de ce compte rendu. Nous préférons renvoyer le lecteur que la question intéresse au Bulletin de la Société.

La séance est levée à 11^h15^m. A. S.

JURISPRUDENCE

LÉGISLATION ÉTRANGERE

ALLEMAGNE. — UNITÉS DE MESURES ÉLECTRIQUES

Les unités de mesures électriques, qui sont réglées chez nous par un décret du 25 avril 1896, sont l'objet en Allemagne d'une loi du 1er juin 1898 (1).

On se rappelle qu'en 1881, le Congrès international des électriciens réuni à Paris avait formé le vœu que les gouvernements intéressés organisassent une Commission chargée de procéder aux travaux préparatoires à l'établissement d'un système international de mesures. Cette demande avait reçu un accueil favorable et, à la fin de l'année 1882, une conférence internationale (2) était réunie à Paris. Malheureusement, faute d'une concordance encore suffisante pour définir les bases adoptées jusqu'alors, ses délibérations n'avaient pu aboutir à des résultats positifs, et elle avait dû se séparer en se contentant de renouveler le vœu déjà émis en 1881. Réunie de nouveau en 1884, ses travaux au contraire avaient abouti à l'adoption de trois unités, l'ohm, l'ampère et le volt, et il semblait en conséquence que les gouvernements intéressés n'eussent plus désormais qu'à en rendre l'emploi obligatoire au moyen de dispositions législatives intérieures. Ce résultat malheureusement n'a pas encore été obtenu partout. Chez nous-mêmes où les pouvoirs publics sont entrés dans cette voie, il n'a été obtenu que partiellement, puisque notre décret de 1896 ne se refère qu'aux marchés et contrats passés pour le compte de l'État, aux communications faites aux services publics et aux cahiers des charges dressés par eux.

La loi allemande au contraire est plus générale : elle ne comporte pas de restriction semblable, et à ce titre elle mérite une attention particulière. Elle se refère à cinq ordres d'idées principaux. (*a*) Les articles 1 à 4 contiennent la définition légale des unités. (*b*) L'article 5 se refère aux pouvoirs conférés au Conseil fédéral relativement : 1° aux conditions dans lesquelles le dépôt de l'argent doit s'effectuer pour la représentation de l'ampère; 2° à la définition des unités de quantité, de puissance, de capacité et d'induction électriques (coulomb, watt, farad, quadrant ou henry); 3° à la définition des multiples et sous-multiples des unités électriques; 4° à la détermination du mode de calcul de l'intensité, de la force électromotrice ou de la puissance des courants en sens variable. (*c*) L'article 6 détermine les conditions que doivent remplir les appareils de mesure pour être conformes à la loi. En principe, la loi interdit l'emploi d'appareils de mesure inexacts et laisse au Conseil fédéral le soin de déterminer, l'Institut impérial physico-technique entendu, les limites

(1) *Gesetz betreffend die elektrischen Masseinheiten*, vom 1. Juni 1898.

(2) Nous empruntons ces détails à l'Annuaire de législation comparée.

extrêmes des tolérances à admettre. Mais elle n'exige pas, comme pour les poids et mesures, la réception préalable, et ne reproduit pas à cet égard les dispositions de la loi du 11 août 1868. (*d*) Les articles 7, 8, 9, 10 et 11 déterminent les étalons de mesure et les pouvoirs du service (Institut impérial physico-technique) chargé d'y veiller. (*e*) Enfin l'article 12 contient les sanctions pénales relatives à l'inobservation de la loi.

Les questions traitées dans les cinq premiers articles sont beaucoup trop techniques pour que nous les abordions. Nous laisserons ce soin aux hommes compétents. Mais nous pouvons dire un mot de cette dernière disposition qui contient une réglementation assez originale par certains côtés. Ce que la loi veut atteindre, ce sont les fournitures d'électricité faites au moyen d'appareils non réglementaires ou inexacts. Elle laisse donc en dehors de ses prévisions le consommateur qui peut être dépourvu de connaissances techniques. Le fournisseur au contraire qui tombe sous le coup de la loi, peut encourir une amende dont le maximum est de 100 marcs et même des arrêts d'une durée maxima de quatre semaines. Éventuellement il peut être atteint aussi par la saisie des appareils défectueux. Il est à remarquer toutefois que cette pénalité n'est pas l'accessoire obligatoire des précédentes. Elle n'intervient qu'autant que le juge l'estime nécessaire. La loi lui laisse à cet égard tout pouvoir d'appréciation et on ne peut qu'applaudir à cette sage réserve; car il se peut que la saisie des appareils, en raison même de leur valeur, constitue une sanction principale et directe supérieure à la peine proprement dite, et on conçoit dès lors qu'il serait excessif de l'attacher à de simples contraventions excusables ou involontaires.

Ce qui donne à la reproduction de cette loi étrangère un caractère d'actualité, c'est qu'une de ses parties, celle qui est relative aux appareils de mesure, n'est entrée en vigueur que le 1er janvier de cette présente année (1902).

BELGIQUE. — TÉLÉPHONES

Nous croyons intéressant de reproduire ici le texte de la loi belge du 26 mai 1898 augmentant les pouvoirs du Gouvernement en matière de téléphonie. On verra combien le souci de l'extension du réseau téléphonique a simplifié dans ce pays les formalités nécessaires à l'établissement ou au nombre des lignes. Cette loi est ainsi conçue :

Article premier. — Le Gouvernement a le droit d'exécuter sur ou sous les places, routes, rues, sentiers, cours d'eau et canaux faisant partie du domaine public de l'État, des provinces et des communes, tous les travaux que comportent l'établissement et le maintien en bon état des lignes téléphoniques aériennes ou souterraines.

Art. 2. — L'occupation doit respecter l'usage auquel est affecté le domaine public; elle n'entraîne aucune dépossession.

Art. 3. — Notification des projets à exécuter est donnée par lettre recommandée aux autorités provinciales ou communales intéressées au moins vingt jours avant leur exécution. A la notification sont joints les plans et coupes des travaux projetés. Lorsque le projet comporte l'établissement de lignes souterraines soit au-dessus, soit au-dessous des ouvrages d'un service provincial ou communal, ou bien lorsque le projet permet soit la modification, soit le déplacement d'un de ces ouvrages, il y a présomption d'entente entre les administrateurs si, dans le délai de vingt jours à partir de la notification, il n'y a pas de réclamation. A défaut d'entente il est statué par un arrêté royal signé par le ministre de l'intérieur et de l'instruction publique;

Les égouts, conduites d'eau et de gaz, ainsi que tous autres services existants sont ménagés autant que possible. Il est à procéder de même pour les lignes aériennes : elles devront en tous cas laisser intacts les travaux existants et ne pourront pas faire obstacle à des constructions ultérieures;

Art. 4. — Le Gouvernement indemnise les provinces et les communes du dommage qui peut résulter de l'existence des travaux repris à l'article 1er d'après l'estimation qui en est faite soit à l'amiable, soit par le juge compétent. Le dommage comprend : 1° les modifications aux ouvrages existants; 2° les travaux que les provinces et les communes devront spécialement exécuter comme conséquence de l'établissement des lignes téléphoniques; 3° le surcroît de dépenses d'entretien que lesdits travaux et modifications pourront entraîner;

Art. 5. — Lorsque l'exécution des travaux repris à l'article 1er cause des dommages à ceux qui ont des droits sur les chemins publics, le Gouvernement indemnisera suivant le mode indiqué à l'article 4.

Ce qui est à signaler dans cette loi c'est le transfert à l'autorité centrale d'un service qui peut intéresser non seulement le domaine public national, mais même le domaine public provincial ou communal. Tandis que chaque autorité en principe est gardienne de son domaine et maîtresse d'autoriser ou de refuser toute concession y relative, ici c'est l'État qui dispose pour un service public, il est vrai, de l'une et de l'autre. Les communes et les provinces ne sont pas sans doute laissées systématiquement de côté dans l'étude des projets. On leur communique les plans des travaux proposés. Mais elles ne peuvent pas entraver l'exécution des lignes par une opposition systématique ou vexatoire. Il n'y a même pas d'organisation d'une procédure spéciale pour leur permettre de faire connaître leur avis, pas de réunion de commissions formées des différentes autorités, etc. Elles examinent le projet selon la règle de leur organisation intérieure, donnent leur avis purement et simplement, et si dans le très court délai de vingt jours elles n'ont formulé aucune réclamation, c'est peut-être là le côté plus intéressant de la loi, on présume leur adhésion.

AD. CARPENTIER,
Agrégé des Facultés de droit,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.



BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

312 237. — **Pilsoudsky et Schæffer.** — *Système de télégraphie sans fil par terre et par eau, avec électrodes condensateurs à résistance et électrodes à résistance réglables* (28 juin 1901).

312 241. — **Popp.** — *Système de transmission électrique sans fil applicable particulièrement à la télégraphie et à la téléphonie* (28 juin 1901).

312 198. — **Wassilieff.** — *Méthode de production d'énergie électrique* (17 juin 1901).

312 230. — **Wust-Kunz.** — *Moteur électrique à courant alternatif* (28 juin 1901).

312 254. — **Krauss et Pfaff.** — *Procédé de fabrication pour plaques d'accumulateur* (29 juin 1901).

312 268. — **Krieger.** — *Perfectionnements dans les accumulateurs* (29 juin 1901).

312 280. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Dispositif de réduction des pertes à vide dans les transformateurs à courants alternatifs* (1er juillet 1901).

312 258. — **Hack.** — *Production d'un mica artificiel résistant à la chaleur* (29 juin 1901).

312 289. — **Woods.** — *Méthode d'isolation des conducteurs électriques* (1er juillet 1901).

312 218. — **Vuagnat.** — *Allumeur électrique perfectionné* (24 juin 1901).

312 227. — **Sander.** — *Perfectionnements à la fabrication des corps conducteurs pour la lumière et la chaleur électriques* (28 juin 1901).

312 389. — **Borel Adolphe et Borel Charles.** — *Transmission des courants alternatifs de hautes fréquences* (4 juillet 1901).

312 489. — **Bishop.** — *Perfectionnements à la télégraphie sans fil* (8 juillet 1901).

312 361. — **De Contados.** — *Perfectionnements aux accumulateurs électriques* (3 juillet 1901).

312 386. — **Pogneaux.** — *Pile bijou Junius* (3 juillet 1901).

312 425. — **Laudet.** — *Modification aux électrodes des piles et accumulateurs* (5 juillet 1901).

312 437. — **Société française des accumulateurs Tribelhorn.** — *Genre perfectionné d'électrode double en forme d'auge ou vase à nervures spiraliformes opposées* (5 juillet 1901).

312 492. — **Société anonyme des anciens établissements Parvillée frères et Cie.** — *Électrodes métallo-céramiques* (8 juillet 1901).

312 595. — **Heyland.** — *Dispositif pour éviter la formation des étincelles au commutateur des machines électriques* (11 juillet 1901).

312 490. — **Gehring.** — *Perfectionnements aux bobines d'induction* (8 juillet 1901).

312 526. — **Raison sociale Otto Wilhelmi et Cie.** — *Procédé de fabrication de couvertures pour câbles souterrains* (9 juillet 1901).

312 497. — **Luchaire.** — *Système de support isolant les fils métalliques employés comme résistance pour le chauffage électrique* (9 juillet 1901).

312 557. — **Grivolas fils.** — *Perfectionnements apportés dans les coupe-circuits* (6 juillet 1901).

312 561. — **Court.** — *Dispositif à bagues concentriques destiné au démarrage* (11 juillet 1901).

312 626. — **Maiche.** — *Nouveau transformateur d'électricité* (12 juillet 1901).

312 455. — **Fauchon Villeplee.** — *Système de four électrique* (6 juillet 1901).

312 463. — **Luchaire.** — *Système d'appareil de chauffage électrique* (6 juillet 1901).

312 523. — **Société dite : The Moore Electrical Co.** — *Perfectionnements à l'éclairage électrique* (9 juillet 1901).

312 587. — **Compagnie générale d'électricité.** — *Classe nouvelle de conducteurs de seconde classe pour lampes électriques à incandescence* (11 juillet 1901).

312 594. — **Harrison.** — *Perfectionnements dans la suspension des lampes électriques* (11 juillet 1901).

312 783. — **Tesla.** — *Perfectionnements à la transmission de l'énergie électrique* (17 juillet 1901).

312 843. — **Scharf.** — *Procédé pour la transmission simultanée, dans les deux sens, d'un nombre quelconque de dépêches sur un même fil conducteur, par le moyen d'ondes électriques stationnaires de longueurs différentes* (19 juillet 1901).

312 825. — **Maiche.** — *Système de transmission télégraphique et téléphonique par triple dérivation* (19 juillet 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie parisienne de l'Air comprimé. — L'assemblée générale de cette Compagnie s'est tenue le 26 octobre 1901.

Constituée en 1887, cette Société avait pour objet l'exploitation des brevets Popp pour la distribution de l'énergie par l'air comprimé et l'électricité. En 1889, M. Popp lui rétrocéda la concession d'un secteur délimité au sud par la Seine, du pont National à la Concorde; à l'ouest par la place de la Concorde, la rue Royale, les boulevards de la Madeleine, des Capucines et des Italiens; au nord par les boulevards Montmartre, Saint-Denis, Saint-Martin, les rues du Faubourg-du-Temple et de Belleville; à l'est par les fortifications depuis la porte de Romainville jusqu'à la Seine.

La superficie de ce secteur atteint 2 009 hectares pour une population de 820 000 habitants environ et au 30 juin 1901 le chiffre total des abonnés s'élevait à 3 528. La proportion est à peu de choses près comparable à celle du secteur de la Rive Gauche.

Au début de son exploitation, la Compagnie installa deux usines électrogènes, rue Saint-Fargeau et boulevard Richard-Lenoir; ces usines produisaient du courant continu à haute tension, qui servait à charger des batteries d'accumulateurs réparties dans 21 sous-stations; les accumulateurs une fois chargés, on leur faisait débiter du courant continu à basse tension sur le réseau primaire. Le rendement d'un pareil mode de distribution fut reconnu défectueux et on remplaça les accumulateurs par des transformateurs.

Le réseau venant à s'étendre, il fallut créer de nouvelles sous-stations; en 1895, en en comptait 44, et dans de telles conditions l'exploitation devenait pleine de difficultés et un remaniement complet dut être effectué. On conserva les deux anciennes usines devenues d'ailleurs insuffisantes et on en

créa une troisième, quai Jemmapes. Des 44 sous-stations on n'en conserva que 3, dont la principale est située rue Saint-Roch.

En passant, on peut regretter que la Compagnie n'ait pas suivi l'exemple d'autres secteurs en installant son usine principale en dehors des fortifications; le prix de revient de l'électricité s'en serait trouvé notablement diminué.

Le développement du réseau a été très lent jusqu'en 1894 et on peut considérer que son essor ne date véritablement que de 1895-1896. Voici d'ailleurs un tableau permettant de suivre pendant les cinq dernières années le développement du réseau.

	1897.	1898.	1899.	1900.	1901.
Longueur du réseau, en 100 m.	1 095	1 252	1 465	1 660	1 728
Nombre de lampes de 10 bougies.	159 768	221 566	279 854	385 291	458 170
Nombre de lampes par 100 m de canalisation	146	177	191	232	233
Nombre d'abonnés en service.	1 579	2 017	2 456	3 067	3 528
Nombre de lampes par abonné	101	109	114	125	124

L'utilisation du réseau, c'est-à-dire le nombre de lampes rapporté à la longueur de canalisation, est inférieure à celle des autres secteurs, sauf celui de la Rive Gauche, qui se trouve d'ailleurs dans des conditions identiques à celles du secteur Popp. Le nombre de lampes par abonné est par contre très élevé et va en progressant, au contraire des autres secteurs. Ce fait provient de ce que la clientèle est presque exclusivement commerciale et qu'en dehors de cette clientèle, la majeure partie de la population qui habite ce secteur est trop pauvre pour adopter actuellement l'éclairage électrique. On ne compte que 0,53 lampe par habitant.

Le réseau de distribution d'énergie par l'air comprimé, dont l'usine est située près du Pont-National, alimente des horloges pneumatiques, des moteurs d'ascenseurs et des moteurs d'atelier.

Ci-dessous le tableau relatif au développement de ce réseau pendant les cinq dernières années.

	1897.	1898.	1899.	1900.	1901.
Longueur des conduites en 100 m. .	1 605	1 876	2 035	2 273	2 438
Nombre d'abonnés à la force motrice.	822	902	1 123	1 386	1 599
Nombre d'abonnés aux horloges . .	1 738	1 629	1 592	1 553	1 502
Nombre de moteurs.	771	815	837	834	843
Nombre d'ascenseurs	77	139	337	670	905
Nombre d'applications diverses . .	139	163	212	252	265
Nombre de pendules.	4 020	4 205	4 180	4 129	4 046

On peut constater que le développement des ascenseurs est rapide, celui des moteurs un peu plus lent, mais par contre le nombre des horloges pneumatiques est en décroissance.

Le capital primitif de la Société avait été fixé à 3 200 000 fr, représenté par 6 400 actions de 500 fr, dont 4 100 avaient été attribuées à M. Popp en rémunération de ses apports. Pour installer le réseau de distribution d'air comprimé et d'éclairage électrique le capital fut porté à 10 millions; d'autre part, pour terminer ses installations, la Compagnie contracta une dette qui s'élevait en 1893 à près de 30 millions; à la suite de la démission du directeur et de l'administrateur délégué, un nouveau Conseil fut nommé afin d'apurer les comptes; il fut décidé que le capital serait réduit à 2 666 500 fr puis reporté à 20 millions de fr par la création de 34 667 actions nouvelles, dont 4000 seulement furent souscrites en numéraire, les 30 667 autres ayant servi à rembourser les deux principaux créanciers : la *Drückluft und Electricitäts Gesellschaft* et la Société Sal, Oppenheim et Cie. Au 30 juin 1894, la dette était encore de 20 millions. Les résultats d'exploitation étant stationnaires et l'extension du réseau nécessitant de nouvelles dépenses, la dette alla toujours croissant et au 30 juin 1898, elle s'élevait à près de 40 millions.

L'Assemblée du 19 juillet 1898 vota une nouvelle réduction du capital de 20 à 8 millions; puis pour rembourser une partie des emprunts le capital fut porté à 25 millions par la création de 34 000 actions nouvelles : lesquelles furent remises aux deux mêmes Sociétés que précédemment : la *Drückluft und Electricitäts Gesellschaft* et la Société Sal, Oppenheim et Cie.

Les comptes de profits et pertes depuis 1897 sont résumés dans le tableau suivant (en mille francs).

	1896-1897	1897-1898	1898-1899	1899-1900	1900-1901
Produits de l'exploitation :					
Électricité. . .	1 315	1 807	2 384	3 158	3 523
Air comprimé .	9	94	114	107	96
Total	1 324	1 901	2 498	3 265	3 619
Intérêts et commissions.	2 061	2 268	898	1 037	961
Frais généraux. . .	155	156	167	198	181
Bénéfices nets . . .	— 892	— 521	1 433	2 030	2 477

Les soldes bénéficiaires des trois derniers exercices ont été portés à un compte spécial d'amortissement. Ils ont été employés en réalité d'une part à rembourser une partie de la dette et d'autre part en travaux neufs.

D'après le tableau précédent on voit que les produits du secteur électrique ont progressé d'une façon continue et rapide depuis 1896; quant au réseau d'air comprimé, ses résultats sont faibles, en comparaison de ce qu'il a coûté. C'est là une épine au pied de la Compagnie, et les actionnaires seraient heureux de l'en voir débarrassée.

Il faut s'attendre à voir continuer la progression des produits de l'exploitation dans une notable proportion, mais il ne faut pas oublier non plus que la concession prend fin en 1907 et que la dette à rembourser est encore de 16 millions environ.

BILAN AU 30 JUIN 1901

Actif.

Dépenses de premier établissement. . .	61 131 000	
Moins amortissement.	15 724 000	
		45 407 000 fr.
Avance sur travaux et commandes		707 000
Compteurs électriques		587 000
Mobilier.		22 000
Cautionnements		329 000
Loyer d'avance.		37 000
Espèces en caisse et en banques.		871 000
Approvisionnements		308 000
Débiteurs divers		605 000
Total		48 873 000 fr.

Passif.

Capital	25 000 000 fr.
Compte spécial d'amortissement	5 883 000
Avances sur consommation.	899 000
Loyer d'avance.	6 000
Fournisseurs.	629 000
Créditeurs divers.	16 456 000
Total.	48 873 000 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

47 129. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



11e Année. — N° 244. 25 Février 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

L'Automobile-Club de France. — Notre grande *Société d'encouragement pour le développement de l'Industrie automobile en France*, traverse une crise dont les causes sont aussi faciles à deviner que les conséquences sont difficiles à prévoir.

Par la composition de son bureau, le recrutement des membres du Comité et de ses membres, l'A. C. F. manifeste des tendances plus mondaines et sportives que techniques.

L'absorption récente du *Yacht-Club*, en introduisant la dame de cœur dans le cercle, n'a fait qu'accentuer ces tendances si éloignées du but initial, à savoir : l'encouragement de l'industrie automobile. Le cercle a ses salons remplis de tables de jeu : les journaux sont relégués sur un coin de table entre deux portes, la correspondance se fait dans une antichambre, au milieu des valets de pied. Les commissions de concours ne fonctionnent plus depuis deux ans, pas plus que le Comité technique, et les manifestations automobiles se réduisent à quelques courses, rendues plus difficiles chaque jour par les exigences administratives, et à une exposition annuelle, qui serait le plus beau fleuron de la couronne automobile de l'A. C. F... s'il en était le seul organisateur.

Un certain nombre de membres estiment qu'il est pénible de verser une cotisation élevée — 210 francs par an — pour entretenir un nombreux personnel en bas de soie, et payer un fort loyer dans un hôtel somptueux, il est vrai, mais dans lequel on trouve à peu près tout : salle d'escrime, salle de spectacle (à sous-louer), etc., mais rien, ou à peu près, d'automobile.

Le Comité a senti que la lassitude ne tarderait pas, chez certains, à faire place à du découragement, et, en dernière analyse, à du lâchage, et il a estimé qu'il fallait faire quelque chose avant que le mouvement ne s'accentue avec trop de vigueur. Ce quelque chose s'est manifesté sous la forme d'une proposition de modifications aux statuts de la Société d'encouragement, proposition émanant du Comité, et sur laquelle une assemblée générale était appelée à se prononcer le 13 février dernier. Malheureusement, les nouveaux statuts n'ont été distribués qu'à la porte de l'assemblée générale : un certain nombre de membres — et non des moindres — estimant qu'il était impossible de voter utilement les modifications proposées sans un examen préalable, ont demandé la remise qui a été votée à une très grande majorité.

Les deux modifications importantes apportées aux anciens statuts consistaient dans la création de membres associés

payant une cotisation annuelle de 20 francs, et la création d'un Sous-Comité technique de 18 membres, dont 12 nommés par la Société d'encouragement, c'est-à-dire le Club, et 6 par les membres associés eux-mêmes.

Les membres associés, dont la destinée était réservée à un règlement intérieur, avaient droit à un Bulletin (à créer), aux annuaires, au service des Renseignements, etc. L'argent versé par eux ne pouvait être dépensé que pour des objets purement techniques.

Leur action dans la Société se réduisait à celle des six membres qu'ils élisaient dans le Sous-Comité technique, mais le Conseil de la Société d'encouragement se réservait le droit de *veto* sur toutes les décisions des Commissions et du Sous-Comité technique.

Pour dire toute vérité, le Comité de l'A. C. F., craignant la création d'une Société purement technique dont le besoin se fait sentir chaque jour davantage, avait eu l'idée ingénieuse, mais aujourd'hui éventée, de former lui-même cette Société, et de la tenir ainsi, de par les statuts, sous sa dépendance, presque sous sa servitude. On s'explique ainsi très facilement que certains membres du Comité aient insisté avec tant de vigueur pour faire adopter le *principe* de la création des membres associés dépendant d'un comité technique dont la majorité serait l'émanation même du Comité de l'A. C. F.

La combinaison a échoué, et la question reste entière : la création d'une *Société technique automobile* s'impose, puisque l'A. C. F. ne fait plus à la technique la part qui lui est légitimement due, toutes ses faveurs étant presque exclusivement réservées au jeu, aux mondanités et aux sports.

Cette Société technique automobile sera créée sous la dépendance de l'A. C. F., ou complètement en dehors de lui.

Nous n'avons pas à prendre parti dans la question : chacune des combinaisons présente des avantages et des inconvénients évidents, mais nous croyons ne pas dépasser les limites de l'impartialité en affirmant qu'après la séance plutôt mouvementée du 15 février, les nouveaux statuts devront être soigneusement revisés et amendés afin d'éviter le double écueil des démissions, si l'on fait la part trop large aux membres associés, et d'absence d'adhésions si les futurs associés sont traités comme des parias, ou des parents pauvres auxquels l'entrée des salons est interdite.

Nous avions donc raison de dire en commençant que l'Automobile-Club de France traverse une crise....

Les grandes sources d'énergie électrique. — Sous ce titre, un de nos confrères techniques que nous aurons la bonne confraternité de ne pas nommer, nous en sert une bien bonne qu'il serait regrettable de ne pas faire savourer à nos lecteurs :

« Il n'est plus douteux pour quiconque s'occupe du progrès de l'électricité que, dans un avenir plus ou moins prochain, on ne puisse arriver à puiser l'énergie électrique, c'est-à-dire la vibration, sous la forme électrique, et cela en prodigieuse quantité, dans les deux grands réservoirs qui la contiennent, qui palpitent, et qui « vivent » par elle : l'atmosphère et la terre.

« Les recherches de la « télégraphie sans fil » sur la propagation des ondes par l'air et par le sol ont ouvert toutes sortes d'aperçus nouveaux. Il paraît probable que, dans cette télégraphie spéciale, ce sont les couches terrestres ou les océans qui servent de « fil d'aller » pour les signaux, alors que l'atmosphère sert principalement de « fil de retour ».

« Donc, il y a des zones, des couches terrestres particulièrement favorables à la propagation des ondes, par suite de la régularité et de la constance de leur état de vibration.

« Donc aussi, en mettant ces zones ou ces couches, qui sont à un potentiel déterminé, en communication, par « un robinet » approprié, avec des zones et des couches d'un potentiel différent, on obtiendra ce que l'on a tout d'abord nommé, en partant d'observations physiques et chimiques, « le courant électrique ».

« Il en est pour l'atmosphère comme pour le sol : la Terre, dans son mouvement de rotation qui en fait une sorte d'énorme *induit* de machine dynamo, tourne au milieu d'un énorme *inducteur* gazeux qui est *son atmosphère*. Il est aisé de s'en rendre compte par de simples comparaisons matérielles et mécaniques, etc. ».

Toujours d'après notre confrère, « M. Willot a déterminé d'une façon effective, dans le sol, de véritables *puits d'électricité* pouvant jouer le rôle de *batterie d'accumulateurs électriques* (*sic*) ».

On se demande quel rapport il peut y avoir entre la terre dynamo et les puits d'électricité, mais passons. Il s'agit de déterminer l'emplacement de ces puits d'électricité, et ici, pour orienter les investigations des chercheurs, notre confrère émet une idée merveilleusement absurde.

Prenant deux cartes dressées par l'Annuaire du Bureau des longitudes et représentant, l'une les lignes d'égale déclinaison, l'autre les lignes d'égale composante horizontale, qui forment deux systèmes grossièrement orthogonaux, il les superpose, et... ici nous citons textuellement :

« Or donc, superposons ces deux cartes. Il n'est pas téméraire de dire qu'au recoupement de leurs courbes se trouveront les *puits d'électricité*, les sources d'énergie que M. Willot, notamment, a pressenties et dont il a observé quelques-unes.

« Certes, le point de recoupement ne donne qu'une simple indication : on trouve ainsi *un centre* autour duquel les recherches auraient, croyons-nous, intérêt à être effectuées. Il est évident que la détermination exacte, précise, demande des recherches d'inclinaison, de déclinaison et de composante horizontale, *locales*. Il convient de rétablir *par points* sur le terrain, en tenant compte des difficultés et des particularités géologiques, la portion utile des courbes générales envisagées.

« Telle est, en tout état de cause, d'après ce que nous pensons, la méthode générale de travail et d'investigation ».

Après avoir signalé la méthode, il serait injuste de ne pas reproduire aussi les réserves de l'auteur, réserves qui ne suffisent pas, d'ailleurs, à expliquer la présence de l'article que nous signalons dans un recueil scientifique autrement que pour en faire une critique amère, et combien justifiée! Voici les réserves :

« Donnera-t-elle, tout d'abord, au point de vue de la captation de l'énergie, les résultats considérables que l'on en peut attendre? Il est indiqué d'être et de rester très réservé à cet égard, car, à supposer que l'investigation aboutisse pleinement, encore tout un matériel de captation est-il à constituer. Mais nous savons d'ores et déjà que l'électricité va vite en besogne et qu'entre l'observation de l'aiguille aimantée d'Ampère et les grandes stations électriques actuelles il n'y a eu qu'une succession de pas de géant. Donnons donc un peu de loisirs aux chercheurs tout disposés, d'ailleurs, à l'abréger autant qu'ils le pourront ».

Conseils aux inventeurs. — Le *Cassier's Magazine* donne, sous une forme humoristique, quelques conseils fort sages que les inventeurs feront bien de méditer, et que nous reproduisons ici à l'intention de ceux de nos lecteurs que pique la tarentule de l'invention.

« Certains inventeurs sont à ce point jaloux de leurs prérogatives que, quand ils ont inventé une pelle à charbon, pris leur brevet et entrepris la fabrication de cet humble ustensile, ils se croient obligés de fabriquer non seulement la pelle, mais encore les instruments qui serviront à fabriquer la susdite pelle.

« Pour découper le métal, il faudra une machine extraordinaire, et cette machine, ils l'inventeront. La série de rouleaux autour desquels s'enroulera le métal, sera également de leur invention. Hâtons-nous de dire du reste, que ces



rouleaux ne différeront pas sensiblement de ceux qui existent dans les diverses parties du monde.

« S'ils en avaient les moyens, ces inventeurs modern-style auraient *leurs* mines de fer, *leurs* hauts-fourneaux construits sur *leurs* indications et le métal serait travaillé dans *leurs* fours à puddler. Ils ne veulent pas, dans leur intransigeance, qu'un autre vienne partager, si peu que ce soit, la gloire qui ne manquera pas de s'attacher à tout ce qui aura contribué peu ou prou à la fabrication de *leur* remarquable pelle à charbon.

« Cette idée saugrenue d'inventer, non seulement un objet, mais encore les instruments nécessaires à la fabrication de cet objet, a causé la ruine de nombreuses industries manufacturières.

« Les industriels de notre siècle n'ont pas besoin d'inventer toutes les pièces des machines qu'ils utilisent dans leurs usines, car il y a de sérieuses chances pour que d'autres inventeurs aient, avant eux, construit des machines répondant aux besoins de l'industrie et présentant des garanties que ne présenteront sans doute pas les machines inventées par cette catégorie de gens bizarres qu'on pourrait appeler les « amateurs de l'invention ».

« Le capitaine Ericsson disait un jour : « Quand nombre « de gens ont consacré beaucoup de temps et de travail à la « recherche d'un problème, il est probable que la solution « qu'ils en donneront sera plus exacte que celle qu'en « donnera un individu quelconque ».

« La prudence nous conseille donc de nous servir des machines déjà perfectionnées de préférence à d'autres, qui malgré leur originalité — et peut-être même à cause de leur originalité — remplaceront difficilement les anciennes ».

Le jeu du mètre. — Ce petit jeu de société se pratique autour de la table, après le café : il consiste à faire indiquer par chacun des convives, à l'aide de deux traits d'ongle sur la nappe, la longueur qui représente le mètre.

Pour donner une idée des écarts auxquels peut conduire une notion en apparence si simple et si familière, nous indiquerons les résultats fournis par une réunion de 11 ingénieurs mécaniciens, électriciens et constructeurs. Les longueurs extrêmes indiquées ont varié entre 79 et 115 cm, avec une moyenne de 97,6 cm. C'est un membre de l'Institut qui a donné presque exactement le mètre, avec 99,5 cm, soit une erreur de 1/2 pour 100. Pour éviter que les indications fournies par les premiers soient utilisées par les derniers, il est bon de faire porter les distances représentatives du mètre, à la suite les unes des autres, en faisant le tour de la table.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Condé-sur-Escaut (Nord). — *Traction électrique.* — Au sujet du projet d'étude d'une ligne de tramways de Valenciennes au Quesnoy, le Conseil municipal renouvelle son avis favorable au vœu émis par la Chambre de commerce, tout en déclarant ne pouvoir subventionner cette entreprise.

Dinard (Ille-et-Vilaine). — *Éclairage.* — Comme suite à notre dernière information (n° 243, **1902**, p. 50), nous apprenons que la Commission des finances a décidé d'entrer en pourparlers avec M. Chaballier, directeur de la Compagnie du Gaz, :. les moyens d'obtenir l'éclairage électrique à Dinard.

La Compagnie du Gaz, qui consent à faire profiter la commune tout entière du bénéfice de l'éclairage électrique qu'elle installe pour le compte du Grand-Hôtel-Casino Royal, demande, à titre exclusif, l'autorisation, sous réserve des droits de l'État et du département, de se servir en dessus et en dessous de la voie publique, grande et petite voirie, pour le transport de l'énergie électrique par câbles, fils, etc.

La durée de la concession sera de cinquante-quatre années, expirant en 1956. A ce moment, la Ville aura la faculté de racheter l'usine à dire d'expert. Elle pourra également, en accordant une prolongation de concession de dix ans, et en prévenant la Compagnie au moins un an à l'avance, devenir, gratuitement, propriétaire de l'installation tout entière.

La Compagnie s'entendra avec les propriétaires pour la pose des conducteurs sur les propriétés privées. La Ville décline toute responsabilité dans ce travail, mais elle promet de prêter son concours pour l'obtention de toutes autorisations administratives utiles.

De son côté, la Compagnie s'engage à établir 4000 m de canalisation avant 1903. 300 m seront posés dès cette année.

Le prix de l'énergie est fixé, au compteur, à 0,15 fr l'hectowatt-heure. Le prix de la lampe de 7 bougies pour un an sera de 60 fr. Le courant devra être établi chaque jour, du coucher du soleil au lever du jour.

Le traité, renferme enfin, plusieurs clauses relatives à l'installation future de l'éclairage électrique public, de l'éclairage à prix réduit des établissements communaux, et à la fourniture gratuite, chaque année, d'une quantité d'énergie représentant 1000 kw-h pour les illuminations publiques.

Le Conseil approuve à l'unanimité, sans discussion, et, pour que l'établissement de l'éclairage électrique puisse être assuré au début de la saison prochaine, il émet le vœu que la préfecture se hâte d'approuver sa délibération.

Saint-Bonnet-le-Château (Loire). — *Inauguration.* — Cette vieille cité, si longtemps réfractaire à toute amélioration, entre résolument dans une période nouvelle.

Dernièrement, on inaugurait brillamment l'éclairage électrique : les essais ont très bien réussi. Pour la circonstance, l'Hôtel de Ville était illuminé à l'aide de nombreuses guirlandes de lampes électriques.

C'est à M. Vallat, le grand industriel stéphanois, homme aimable par excellence, que la municipalité doit la réalisation de ce projet.

Tarbes (Hautes-Pyrénées). — *Traction électrique.* — Le décret d'utilité publique concernant la création des tramways électriques de Tarbes à Bagnères-de-Bigorre, de Bagnères à Lourdes, et de Bagnères à Gripp, a été publié par l'*Officiel*. L'article 5 du traité de rétrocession est ainsi libellé :

Art. 5. — Les concessionnaires s'engagent, s'ils en sont requis par le Conseil général sur la demande du Conseil municipal de Tarbes, dans un délai d'un an à partir de l'ouverture de la ligne de Tarbes à Bagnères, à construire après l'accomplissement des formalités réglementaires, et exploiter, moyennant la perception d'un tarif unique : 0,10 fr par personne, les embranchements suivants :

1° De la place Maubourguet à la gare, par la rue Lefranc (route nationale n° 117) et la rue Victor-Hugo (anciennement rue Gendrin);

2° De la place Maubourguet à la gare, par la rue Massey (route nationale n° 135) et l'avenue de la Gare;

3° De la place Maubourguet à la halte de Marcadieu, par la rue des Grands-Fossés et la rue de l'Orient (route nationale n° 21).

L'article 14 stipule que le nombre minimum de voyages quotidiens dans chaque sens pour chaque ligne est fixé à 2 en hiver et 6 en été.

ÉTRANGER

Monaco. — *Traction électrique.* — La Principauté sera bientôt reliée à Nice et à Menton par les lignes de tramways électriques. Une lettre du Ministre des travaux publics a, en effet, annoncé récemment à M. Raiberti, député de Nice, qu'il avait saisi le Conseil d'État de la déclaration d'utilité publique au sujet de ces tramways. On annonce aujourd'hui que le Conseil d'État vient d'examiner et d'approuver le projet de décret déclarant d'utilité publique le réseau des tramways de Nice, et le doublement de la voie des tramways de Nice, de Cannes à Menton.

Cela va permettre à la Compagnie des tramways d'achever son réseau.

Montbovon (Suisse). — *Traction électrique.* — Un chemin de fer électrique destiné à relier Montreux à Montbovon est actuellement en construction. La ligne, à partir de la gare de Montreux, gravit les pentes de Cubly en formant plusieurs lacets et, après avoir franchi une distance de 11 km, atteint la station Les Avants à une altitude de 1000 m. Ensuite elle longe les versants abrupts de la Baye de Montreux et parvient par une altitude d'environ 1130 m, au tunnel de Jaman, d'une longueur de 2450 m. Au sortir de ce tunnel, la ligne descend à Montbovon, à une altitude de 800 m. Jusqu'à Montbovon, le trajet est de 22 km. De ce dernier point jusqu'à Zweisimmen, il reste encore une distance de 38 km à franchir. On espère que la section Les Avants-Montbovon sera mise en service au printemps de 1903 et que le reste de la ligne sera achevé, jusqu'à Zweisimmen, dans le cours de l'automne de la même année. Entre Montreux et Montbovon, la pente s'élève jusqu'à 6,7 pour 100; de Montbovon à Zweisimmen, elle ne dépasse point 4 pour 100. La voie mesure 1 m d'écartement; les rails pèsent 24,2 kg par mètre courant. Le matériel roulant comprend 11 voitures automotrices et 5 voitures d'attelage; chacun de ces véhicules contient 48 places assises. Toutes ces voitures sont éclairées et chauffées à l'électricité. On a prévu dans chaque sens 6 trains par jour en hiver et 10 en été, sans parler de plusieurs trains locaux organisés entre Montreux et Les Avants. Le courant électrique sera fourni, jusqu'à l'achèvement de l'usine centrale de Boltigen, par l'usine de Montbovon. A Boltigen, on installe provisoirement 4 groupes hydraulico-électriques, chacun d'une puissance de 600 chevaux. C'est à Montbovon que se trouvera l'atelier central de réparations, avec deux autres ateliers de même genre, mais moins importants, à Montreux et à Zweisimmen. Le trajet de Montreux à Montbovon s'effectuera en une heure et demie, à une allure de 15 à 35 km à l'heure, et celui de Montbovon à Zweisimmen en deux heures, à une allure de 18 à 35 km par heure. L'ensemble de l'installation entraînera une dépense de 13 000 000 fr : sur cette somme, on prévoit 900 000 fr pour l'usine centrale de Boltigen, 1 327 500 fr pour la canalisation et environ 500 000 fr pour le matériel roulant, On compte pour la première année, sur une recette kilométrique de 13 000 fr, soit 824 000 fr au total, et l'on espère que cette recette pourra s'élever, au bout de dix années d'exploitation, à 1 100 000 fr.

D'après ces chiffres, le revenu sur le capital engagé dans l'entreprise serait de 4 pour 100.

San-José (Californie). — *Transport d'énergie.* — Une importante installation pour la transmission de l'énergie par courants triphasés vient d'être mise en service en Amérique. Les quelques détails qui vont suivre ont été empruntés à un de nos confrères américains par le *Génie civil*; ils permettront de juger de l'importance de cette installation.

« La ville de Oakland, située sur la baie de San-Francisco, reçoit la puissance électrique nécessaire à son éclairage et à ses tramways de trois stations génératrices, situées sur la rivière Yuba, a une distance de 230 km. La ligne de transport s'étendra même jusqu'à San-José, ce qui portera la distance de transport à 300 km environ.

« Ces installations, qui comportent des dispositions intéressantes, comme la traversée du détroit Carquinez, avec des câbles de 1350 m de longueur sans support intermédiaire, sont décrites dans l'*Engineering News* du 3 octobre 1901. Les usines peuvent actuellement fournir 17 000 chevaux, soit environ 57 pour 100 de la puissance disponible aux chutes d'eau. De nombreux branchements, construits ou projetés, forment un réseau partant des usines ou de la ligne principale.

« Après avoir décrit les travaux extérieurs pour l'alimentation des moteurs hydrauliques qui actionnent les génératrices, l'auteur donne quelques détails sur chacune des trois stations.

« Elles sont d'importance très inégale et sont réunies entre elles de façon à se substituer, au moins en partie, l'une à l'autre.

« Le courant est à 40 000 volts et sera porté à 60 000 quand l'utilisation de la puissance se sera développée. La ligne, qui est composée de câbles en aluminium, sauf au voisinage de la mer, où l'on emploie le cuivre, a été doublée sur toute sa longueur pour éviter les interruptions accidentelles de fonctionnement. L'auteur décrit en détail les dispositions de cette ligne dans les différentes traversées de rivière qu'elle effectue et spécialement celle du détroit Carquinez, qui a déjà été décrite.

« L'auteur étudie leur mode de pose, les pylônes des rives, leurs appareils isolants et leur ancrage, puis donne quelques renseignements sur les sous-stations d'Oakland et de Carquinez, notamment le détail de l'entrée des câbles dans les bâtiments de sous-stations.

« Le même numéro de l'*Engineering News* contient la description du prolongement de la ligne de transport de force à à 6000 volts entre Oakland et San-José, prolongement établi par la Standard Electric Company.

« M. C. Poole, l'auteur de cet article, s'étend d'abord spécialement sur la construction des poteaux de support qui sont de divers types, suivant la nature du sol où on les établit, ou les angles de la ligne. Il décrit leur mode de pose, puis étudie le passage des rivières au moyen de pylones en acier de 45 m de hauteur. Il passe ensuite à la description de la ligne elle-même qui se compose de trois câbles en aluminium de 22 mm de diamètre extérieur, étudie l'influence de la température sur cette ligne, le maniement des câbles dans différents terrains, leur mode d'attache, les joints, les méthodes d'isolement, les essais des isolateurs à 120 000 volts et la pose de ces isolateurs.

« Il termine en décrivant un poteau spécial pour poser six câbles sur un seul poteau. »

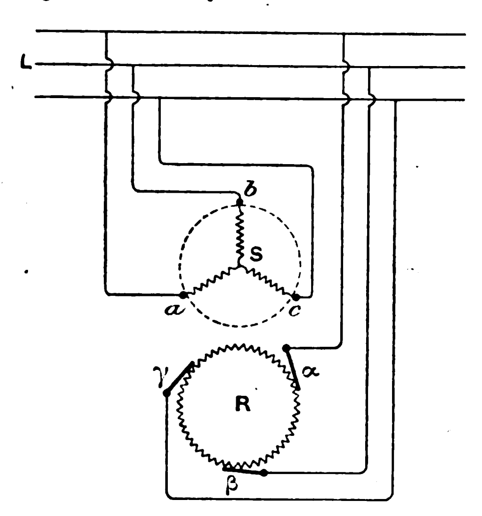
Stockholm (Suède). — *Traction électrique.* — Nous apprenons que tout dernièrement une Commission a été nommée par le gouvernement suédois en vue de rechercher s'il conviendrait de substituer la traction électrique à la traction à vapeur sur les voies ferrées suédoises. Ces conclusions sont nettement favorables à cette substitution, la Suède étant obligée de faire venir de l'étranger presque tout le charbon qu'elle consomme, tandis qu'elle possède de nombreuses chutes d'eau inutilisées. Le Commission a indiqué celles de ces chutes qu'il conviendrait d'aménager; elle n'a considéré que celles qui, en bas étiage, peuvent donner au moins 1500 chevaux et qui sont situées assez près des voies ferrées pour permettre une transmission économique de l'énergie; quelques chutes assez éloignées, mais très puissantes, ont été aussi prises en considération. A la suite de ce rapport, le gouvernement suédois a décidé de hâter autant que possible l'achèvement des études préliminaires, afin de pouvoir saisir les Chambres de son projet lors de la prochaine session parlementaire.



ALTERNATEUR AUTO-EXCITATEUR SHUNT

Après avoir décrit les recherches de M. A. Heyland sur ses alternateurs auto-excitateurs, nous croyons devoir faire connaître à nos lecteurs les recherches simultanées et indépendantes de M. Marius Latour sur le même sujet. Des questions de priorité se greffent sur ces intéressants travaux, mais nous estimons que les inventeurs, sont en principe, de mauvais juges, et nous nous contentons de publier leurs études en éliminant de la partie technique et descriptive tout ce qui pourrait ressembler à une revendication ou à une discussion sur ce point délicat. É. H.

Un alternateur auto-excitateur shunt (fig. 1), travaillant sur un réseau L, est composé d'un stator induit ordinaire S monté en étoile, par exemple, et d'un rotor inducteur R. Ce rotor inducteur, qui peut être constitué par un anneau de fer massif ou par des tôles assemblées, porte un enroulement d'induit de dynamo à courant continu et un collecteur. Tout comme un rotor à cage d'écureuil, un semblable rotor, par le simple fait qu'il est dépourvu d'axe de symétrie, n'impose par lui-même aucune marche précise à l'alternateur. Les courants d'excitation devant traverser le rotor, alors que les effets de la self-induction sont annulés par suite de la marche synchrone de ce dernier, sont pris sur le réseau et introduits par des balais calés à distances angulaires égales les unes des autres $\alpha . \beta . \gamma$. *Si l'excitation se faisait sans l'interposition d'un transformateur*, l'enroulement du rotor devrait être capable de supporter, sans brûler, la tension du réseau. Il résulterait immédiatement de cette circonstance que, par analogie avec une dynamo shunt, l'enroulement disposé sur le rotor inducteur devrait être, relativement à celui de l'induit, un enroulement à fil très fin. Ainsi, si la tension du réseau est de 110 volts entre deux barres, le rotor, *avec un isolement de 110 volts*, devrait correspondre, quant à son enroulement, à un induit de dynamo à courant continu d'environ 5000 volts.



Supposons que l'alternateur débite seul sur le réseau. Le fonctionnement rationnel qu'il y a intérêt à maintenir est celui à glissement nul pour lequel le rotor tournant à la vitesse ω, la pulsation des courants débités sur le réseau est précisément égale à ω. J'exposerai autre part comment ce fonctionnement est assuré par un calage très précis des balais, ce calage des balais pouvant être défini dans l'espace par rapport aux bornes de l'alternateur *a,b,c*.

De même que dans une dynamo shunt à courant continu il y a lieu, théoriquement, de toucher aux balais avec la charge pour que la commutation s'opère toujours sur la ligne *vraiment* neutre, suivant laquelle les spires en court-circuit ne subissent aucun phénomène d'induction ; de même, dans un alternateur auto-excitateur shunt, il y aurait lieu, dans la même mesure, de régler le calage des balais suivant la charge inductive et non inductive de la machine pour maintenir la marche synchrone du rotor, grâce à laquelle les spires en court-circuit ne sont le siège d'aucun phénomène d'induction. Dans une dynamo à courant continu, c'est le réglage même du calage des balais suivant la charge, qui, si on ne tient pas compte des variations de réluctance des circuits magnétiques et de l'exagération des flux de fuite avec la charge, introduit, à proprement parler, la réaction d'induit. Dans l'alternateur auto-excitateur shunt, il se produit un phénomène absolument analogue. Si, lors d'une augmentation brusque de charge, on ne touche pas aux balais, la fréquence de l'alternateur faiblit et, grâce à l'altération de cette fréquence et au glissement qui en résulte, la charge n'entraîne pas une chute de tension de même ordre que celle que l'on constate dans les alternateurs ordinaires ; mais la machine fonctionne dès lors à fréquence variable. C'est là un vice de fonctionnement qui, comme on sait, trouble la marche des appareils du réseau [1].

Hâtons-nous de dire que notre alternateur compound, lui, reste à fréquence pratiquement constante pour un calage invariable des balais.

Quoi qu'il en soit des procédés qui assurent la stabilité de la fréquence de l'alternateur shunt, admettons que nous ayons la marche sensiblement synchrone.

J'ai démontré en toute rigueur [2] que, *dans l'hypothèse où les courants et les distributions de flux dans le rotor sont sinusoïdaux* :

a. L'inductance du rotor s'annule au synchronisme;

b. La commutation est parfaite au synchronisme.

Dans la pratique, ni courants ni distribution de flux ne sont sinusoïdaux, et bien que l'on conçoive qu'une forme non sinusoïdale de courants puisse contrebalancer une forme non sinusoïdale de distribution de flux, le rotor, au lieu d'être le siège d'un champ inducteur toujours identique à lui-même, pourrait, dans le cas général,

[1] Suivant la pittoresque expression de M. Leblanc on pourrait proposer quelque générateur synchrone « chef d'orchestre » pour conduire des alternateurs shunt, et assurer la stabilité de la fréquence, mais, en l'espèce, le rôle de chefs d'orchestre serait bien ingrat parmi tant d'éléments indisciplinés et risquerait de devenir illusoire.

[2] *L'Éclairage électrique*, 23 nov. 1901.

devenir le siège d'un champ inducteur irrégulier. En d'autres termes, le champ de la machine tournant à la vitesse ω, aurait alors des harmoniques importants tournant à des vitesses supérieures qui induiraient des tensions entre balais et troubleraient la commutation. Mais il est facile de s'apercevoir que l'enroulement du rotor lui-même joue le rôle d'amortisseur parfait par rapport aux harmoniques du champ, ce qui revient à dire que, quelles que soient la forme des tensions induites aux bornes de l'alternateur et des distributions de flux dans la machine, les courants dans le rotor auront une tendance très accusée à prendre telle forme qui assurera un champ constant et uniforme dans l'alternateur.

En effet, le réseau comprend *au moins*, dérivé sur ses barres, l'induit de l'alternateur. Or, par analogie avec une dynamo shunt, le coefficient de self-induction et la résistance de cet induit sont insignifiants par rapport au coefficient de self-induction et à la résistance relativement considérables du rotor. Les rapports respectifs sont de l'ordre du millième. Nous avons donc le droit de dire que, par l'intermédiaire des balais et du réseau, l'enroulement du rotor est en véritable court-circuit, tout comme un système amortisseur Leblanc polyphasé. Un système amortisseur Leblanc ferait donc double emploi avec l'enroulement inducteur lui-même. Les harmoniques du champ ne se développeront donc que *très atténués* et leurs effets seront très affaiblis.

Nous aurions pu raisonner d'une autre manière et dire que la self-induction du rotor subsistait pour ces harmoniques. La conclusion eût été la même.

La remarque que nous venons d'exposer éclairera aux yeux du lecteur le fonctionnement d'un alternateur auto-excitateur shunt pour un calage *approché* des balais correspondant nécessairement à un glissement appréciable.

Si nous admettons un semblable glissement, nous aurons simplement dans l'enroulement du rotor la superposition des courants suivants :

1° Des courants d'excitation provenant du stator, courants dont l'intensité faiblira lorsque le glissement augmentera en valeur absolue.

2° Des courants induits par le champ du stator dans l'enroulement du rotor considéré en court-circuit franc par l'intermédiaire des balais et du réseau comprenant au moins le stator de l'alternateur.

Le collecteur transforme sans doute la fréquence du glissement qui serait normalement celle de ces derniers courants en la fréquence du réseau, mais, même à cette fréquence, l'effet inductif dans le réseau est absolument négligeable, étant donné l'insignifiance du coefficient de self-induction de l'ensemble du réseau par rapport à celui du rotor.

Nous croyons inutile de mettre en évidence que ces conclusions subsistent lorsque nous faisons l'excitation avec un transformateur ou avec des enroulements spéciaux disposés sur le stator.

Nous insisterons sur ce point qu'il est bien évident que ce sont les premiers courants qui produisent et rendent seuls possible l'auto-excitation de la machine. Leur introduction, faite dans ce but, constitue donc l'originalité théorique de la conception d'un alternateur auto-excitateur.

Le fonctionnement en moteur d'un alternateur shunt se conçoit aussi simplement.

Le rôle d'amortisseur de l'enroulement inducteur lui-même subsiste toujours pour les harmoniques et le « pompage » est sûrement évité.

Supposons que, le calage des balais étant convenablement réglé, le moteur marche au synchronisme pour une charge déterminée. On surcharge brusquement le moteur : il ralentit. Un certain glissement s'introduit. Des courants *induits* dans le rotor et se fermant dans le réseau viennent donc se superposer aux courants d'excitation. En outre le rotor commence à prendre sur le réseau des courants déphasés en retard, le champ inducteur produit par les courants d'excitation subit de ce chef un certain décalage (¹) tout comme les pièces inductrices d'un alternateur synchrone que l'on surcharge.

Ces deux phénomènes produits grâce à *un écart de vitesse* ont pour effet d'augmenter aussitôt le couple, et le moteur trouve immédiatement, pour un écart de vitesse faible, un nouvel état d'équilibre. On peut, s'il convient, rétablir le synchronisme absolu en touchant au calage des balais.

Les courants d'excitation *amenés du réseau dans le rotor* permettent de faire travailler l'alternateur avec un cos φ égal à l'unité.

Un alternateur auto-excitateur shunt fonctionnant comme moteur a donc à la fois tous les avantages du moteur synchrone et du moteur asynchrone.

a. Il peut travailler avec cos $\varphi = 1$.

b. Il ne se décroche que pour un écart de vitesse.

L'unique inconvénient d'un semblable alternateur est d'avoir un collecteur. Mais nous ferons les deux remarques suivantes :

1° Une tension d'excitation convenable permettra toujours de réduire les dimensions du collecteur de la machine à de faibles valeurs, et d'effectuer si l'on veut la commutation sur telles intensités de courants qui paraîtront plus avantageuses.

2° La puissance commutée sera toujours faible, puisqu'elle ne représentera que la puissance wattée consommée pour l'excitation de la machine.

De ces deux remarques, il résulte que, *les conditions de premier ordre pour la suppression des étincelles étant avant tout réalisées*, l'emploi des artifices connus imaginés dans le but d'éviter les étincelles permettra, sans grand encombrement et sans grande déperdition d'énergie, d'assurer un fonctionnement parfait. Ce sera, pour l'application en vue, la réhabilitation même du collecteur.

MARIUS LATOUR.

(¹) Ce serait une erreur, en effet, de croire que la position instantanée de ce champ ne dépend que du calage des balais. Elle dépend également de la vitesse du rotor.



SUR LA COMMUTATION

Les phénomènes qui accompagnent la commutation dans les dynamos à courant continu, et qui causent si souvent aux constructeurs des surprises désagréables, ont été étudiés déjà par un grand nombre d'auteurs parmi lesquels nous en comptons plusieurs des plus renommés. De tous ces auteurs, M. Arnold, à notre avis, est celui qui a le plus approfondi la question.

Il me semble cependant que ses formules finales sont, non seulement d'une application difficile, mais conduisent, dans bien des cas, à des résultats qui diffèrent beaucoup de ceux de l'expérience.

Maintenant que les dynamos comportent presque toujours des frotteurs en charbon, il est très rare de rencontrer des collecteurs pour lesquels le balai n'intéresse jamais plus de deux segments. Il chevauche généralement sur trois et quelquefois même sur quatre lames consécutives.

Les travaux visés plus haut ont été basés sur le cas le plus simple, pour lequel une seule spire ou bobine se trouve en court circuit, alors que dans la pratique il y a presque toujours deux ou quelquefois trois spires ou bobines simultanément fermées sur elles-mêmes par un seul frotteur.

Sans vouloir critiquer ou diminuer la valeur des recherches antérieures, nous croyons que l'introduction de la notion de la self-induction de la spire en commutation, notion qui introduisait dans les équations le terme bien connu

$$L \cdot \frac{di}{dt}$$

a été plutôt malheureuse, parce qu'elle a compliqué la question tout en éloignant le sens de ces équations de la réalité des faits.

Nous allons reprendre l'étude des phénomènes qui accompagnent la commutation du courant, et montrer comment, par des considérations élémentaires, on peut établir des formules finales très simples permettant de déterminer en chaque instant la valeur de l'intensité dans les spires en court-circuit, et à travers les surfaces de contact, communes au collecteur et aux frotteurs.

Nous déduirons de ces formules finales les règles qu'il convient de suivre pour construire à coup sûr des dynamos capables de fonctionner sans étincelles au collecteur.

Supposons, pour fixer les idées, que, dans une dynamo représentée schématiquement par la figure 1, les frotteurs se trouvent calés exactement dans la zone neutre.

Les conducteurs placés sur l'induit produiront chacun une force magnétomotrice égale à

$$\frac{4\pi}{10} I$$

si l'on désigne par I le courant dont ils sont le siège. Ces forces magnétomotrices s'ajoutent les unes aux autres et créent une distribution de potentiel magnétique le long de la périphérie du noyau.

La force magnétomotrice totale est nulle aux points situés à égale distance des balais, elle a au contraire, sa plus grande valeur sur la ligne des contacts BB'.

L'induction du flux de la réaction d'induit qui s'échappe en B dépend de la grandeur de cette force magnétomo-

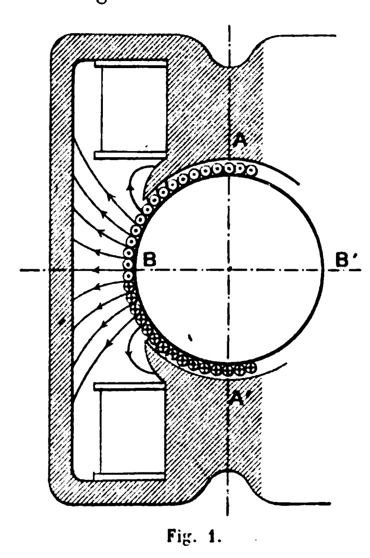


Fig. 1.

trice maxima et de la perméabilité du chemin que prennent les lignes de force.

A l'aide du plan de la machine, il est possible d'évaluer avec une approximation suffisante, pour une valeur donnée du courant induit, l'induction du flux de la réaction, sur la périphérie du noyau aux points B, B'.

Il est facile de déterminer exactement cette induction par une mesure, sur une machine du même type.

Le nombre des conducteurs qui ajoutent leur action pour produire l'induction au point B étant toujours très grand, relativement à celui de ceux qui se trouvent mis en court circuit par les balais, ces derniers n'ont sur cette induction qu'une influence négligeable. Cette influence est d'autant plus faible, qu'à mesure qu'un conducteur passe du cadran AB dans le cadran BA', un autre conducteur arrive du groupe A'B' dans le groupe B'A et compense en quelque sorte la différence.

Ce raisonnement permet de conclure que l'induction du champ de la réaction au point B est très sensiblement constante, et que la variation, et même l'inversion du courant dans les spires en court-circuit n'a qu'un effet magnétique inappréciable.

La self-induction des spires en court-circuit est par conséquent pratiquement nulle.

Ces spires se meuvent simplement avec une vitesse constante dans un champ constant et sont, durant la commutation, le siège d'une force électromotrice invariable.

On doit admettre en effet que l'intensité du champ ne change pas sur le petit parcours effectué par la spire durant la commutation.

Ceci posé, on peut aisément analyser le phénomène de la commutation lui-même.

PREMIER CAS

Nous commencerons, pour nous faire mieux comprendre, par le cas le plus simple dans lequel le balai ne chevauche jamais sur plus de deux lames. Nous examinerons ensuite ce qui se passe lorsque deux spires ou bobines se trouvent simultanément en court-circuit.

On a d'abord (fig. 2), en désignant par $2I$ le courant normal de la machine, et par i_I et i_{II} les intensités qui

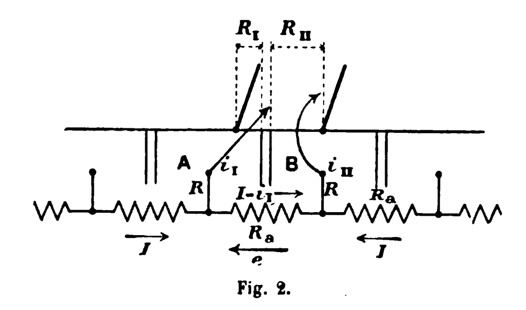


Fig. 2.

vont des segments du collecteur au balai

$$i_I + i_{II} = 2I$$

et par conséquent

$$i_I = 2I - i_{II}$$

ou

$$i_{II} = 2I - i_I.$$

Il suffit d'examiner la figure 1 pour se convaincre que la force électromotrice e induite dans la spire en court-circuit par le champ de l'induit, est dirigée de B vers A, et tend à diminuer la rapidité de l'accroissement de i_{II} et à retarder la diminution de i_I. Cette force électromotrice, de grandeur et de direction constantes, est nuisible en ce sens qu'elle accroît notablement la densité du courant γ_I et, par conséquent, la tension entre la lame et le balai, à la fin de la commutation.

Or, il y a production d'étincelle quand cette densité de courant ou cette tension sont excessives.

Si l'on désigne maintenant par Ra la résistance ohmique de la section en court-circuit, et par

R_I la résistance du contact entre le balai et la lame A à un moment quelconque; par

R_{II} cette résistance de contact au même instant pour la lame B, et par

R la résistance de la connection qui relie chaque lame à l'enroulement, on peut écrire évidemment :

$$R_I i_I + Ri - e - Ra(I - i_I) - Ri_{II} - R_{II} i_{II} = 0.$$

$$i_I \left\{ R + Ri_I + Ra \right\} - i_{II} \left\{ R + R_{II} \right\} - e - RaI = 0,$$

mais, puisque

$$i_{II} = 2I - i_I,$$

il vient

$$i_I \left\{ R + R_I + Ra + R + R_{II} \right\} - e - I \left\{ Ra + 2R + 2R_{II} \right\} = 0$$

$$i_I = \frac{e + I \left\{ Ra + 2R + 2R_{II} \right\}}{2R + Ra + R_I + R_{II}}$$

qui est l'équation générale permettant d'évaluer le courant i_I à chaque instant.

A la fin de la commutation, au moment où le balai quitte la lame A, la résistance R_I devient infiniment grande, de sorte que le courant i_I s'annule.

Mais il est important, au point de vue de la production des étincelles, de connaître en ce moment la grandeur de la densité du courant γ_I et de la tension $i_I R_I$ entre la pointe extrême du balai et le collecteur.

R_I n'est pas autre chose que

$$\frac{r_0}{S_I},$$

S_I étant la section du contact avec le balai sur la lame A et r_0 la résistivité du contact.

En appelant γ_I la densité du courant sur la lame A nous pourrons écrire

$$\gamma_I = \frac{i_I}{S_I} = \frac{i_I R_I}{r_0}$$

ou

$$r_0 \gamma_I = i_I R_I.$$

En multipliant l'équation finale pour i_I par R_I et en faisant ensuite $R_I = \infty$, on obtiendra la valeur de $i_I R_I$, ou de $r_0 \gamma_I$ à la fin de la commutation.

Il vient :

$$i_I R_I = r_0 \gamma_I = \frac{R_I [e + I \left\{ Ra + 2R + 2R_{II} \right\}]}{Ra + 2R + R_I + R_{II}};$$

mais pour $R_I = \infty$,

$$Ra + 2R + R_I + R_{II} = R_I,$$

donc :

$$i_I R_I = r_0 \gamma_I = e + I \left\{ Ra + 2R + 2R_{II} \right\}$$

Cette équation permet d'évaluer la densité du courant à la fin de la commutation.

Si maintenant $R_I i_I$ représentait cette tension limite qu'il ne faut pas dépasser si l'on veut éviter les étincelles, on a comme condition de bon fonctionnement :

$$R_I i_I = r_0 \gamma_I \geqq e + I \left\{ Ra + 2R + 2R_{II} \right\};$$

la valeur de la résistivité du contact r_0 ne dépendant, ainsi que nous le verrons plus loin, que de la valeur γ_I que l'on se fixe, on pourra toujours vérifier aisément, sur toutes les machines projetées ou existantes, si cette condition se trouve bien remplie.

On voit que plus le champ de l'induit dans la zone neutre sera intense, plus il sera difficile de réaliser cette condition de bon fonctionnement.

Comme l'induction du champ qui produit la force électromotrice e est, dans une même machine, proportionnelle à I, cette force électromotrice est elle-même proportionnelle au courant de l'induit.

Il s'ensuit qu'en diminuant le débit de la machine, on arrivera très vite à satisfaire à la relation ci-dessus, attendu que les deux termes du membre droit diminuent avec I.

L'expérience montre en effet que les étincelles apparaissent quand l'intensité I dépasse une certaine valeur, et qu'elles s'éteignent quand le courant se trouve réduit suffisamment.

D'un autre côté, on peut satisfaire à la formule en réduisant la vitesse de la machine, sans rien changer à son débit. La force électromotrice est en effet proportionnelle à la vitesse avec laquelle les sections en court-circuit passent dans le champ.

L'expérience confirme également ce fait. Telle machine qui produisait des étincelles avec 300 ampères et 150 volts, fonctionnait d'une manière irréprochable quand, par une réduction de vitesse, on abaissait la tension à 100 volts, tout en conservant le même courant de 300 ampères.

En examinant encore l'équation ci-dessus, on remarque qu'il y a intérêt à réduire l'importance du terme :

$$\left\{ Ra + 2R + 2R_{II} \right\}.$$

Contrairement à ce que beaucoup de constructeurs croient, il convient de diminuer autant que possible la résistance des connections reliant l'enroulement au collecteur. Cela paraît évident au premier abord, puisque la résistance R empêche le courant i_{II} de prendre à la fin de la commutation la valeur qu'il atteindrait si cette résistance n'existait pas. Le courant i_I étant la différence entre le débit $2I$ et i_{II}, la présence de cette connection résistante a pour effet d'augmenter la densité de courant à la fin de la commutation et, par conséquent aussi, la tension $R_I i_I$.

D'un autre côté, on doit chercher à ce que le balai recouvre complètement la lame B quand il quitte le segment A. La valeur de R_{II} sera alors la plus petite possible.

Tout ce qui précède se rapporte à une commutation dans la ligne neutre théorique.

On impose souvent, au constructeur, et pour des charges variables, un fonctionnement sans étincelle avec un calage des balais absolument fixes.

Cette condition doit être nécessairement satisfaite pour les moteurs qui doivent marcher indifféremment dans les deux sens, comme ceux affectés à la traction des véhicules, ou à la commande des appareils de levage.

Une manière de réaliser une commutation sans étincelle avec un calage rigoureusement fixe, et dans la zone neutre, consiste à disposer des petits pôles auxiliaires au-dessus des conducteurs en court-circuit.

En excitant ces pôles par le courant principal $2I$ de l'induit, on peut arriver à annuler constamment la force électromotrice e.

Il semble, au premier abord, qu'il serait désirable de faire en sorte que les deux termes du membre de droite de l'équation soient sensiblement égaux et de signe contraire, quelle que soit la grandeur du courant I.

Malheureusement, cette disposition qui permettrait d'établir des dynamos d'une construction très économique, pour lesquelles la puissance se trouverait restreinte, non plus par les exigences d'une bonne commutation, mais seulement par la limite assignée à l'échauffement des organes, ne saurait être réalisée, attendu que cette inversion du sens de la force électromotrice e a pour effet d'augmenter la tension $R_{II} i_{II}$ au début de la commutation.

Si l'on veut tolérer un décalage des balais, on pourra satisfaire aux exigences de la formule, en rapprochant les balais du pôle.

On arrivera de cette façon à diminuer, à annuler ou même à inverser la valeur de la force électromotrice e, mais, ainsi que nous allons le voir plus loin, cette diminution ou cette inversion de e augmentera la tension $i_{II} R_{II}$ au commencement de la commutation.

Cette force électromotrice est produite alors, non plus par le champ seul de l'induit, mais par la résultante des actions magnétisantes de l'induit et de l'inducteur.

En avançant les balais vers les pôles, on diminuera notablement la réluctance des circuits offerts à cette partie du flux de l'armature qui s'échappe de l'endroit où se trouvent les conducteurs lors de la commutation. Il s'ensuit que le champ de l'induit à cet endroit, considéré seul, aurait une induction très élevée. Mais comme ce champ est proportionnel à l'intensité $2I$, il est clair qu'une variation même légère du débit de la machine pourra avoir une influence considérable sur la valeur de e, puisque le champ résultant nécessaire pour donner à cette force électromotrice une valeur convenable, est toujours faible.

Il sera donc difficile d'obtenir, par un calage des balais hors de la ligne neutre, une marche sans étincelle à toutes les charges.

Remarquons encore en passant que notre formule nous apprend que la commutation peut être défectueuse, même avec une force électromotrice e très faible ou même nulle. Dans ces conditions, on ne saurait, par un déplacement des frotteurs, empêcher la production d'étincelles.

Ces considérations, qui découlent immédiatement de l'équation à laquelle nous sommes arrivés pour la densité du courant et la tension $i_I R_I$ à la fin de la commutation, sont vérifiées par la pratique journalière.

Nous avons vu plus haut comment l'on pouvait calculer à chaque instant la grandeur du courant i_I. Celle de l'intensité i_{II} se déduit de la relation évidente

$$i_{II} = 2I - i_I,$$

qui fait connaître également toutes les valeurs de i_{II}.

Afin d'évaluer la densité du courant sur la lame B au moment où la commutation commence, nous allons développer l'équation précédente, en remplaçant i_I par la relation :

$$i_I = \frac{e + I\left\{ Ra + 2R + 2R_{II} \right\}}{Ra + 2R + R_I + R_{II}},$$



il vient :

$$i_{II} = \frac{2I\{Ra+2R+R_I+R_{II}\}-e-I\{Ra+2R+2R_{II}\}}{Ra+2R+R_I+R_{II}}$$

$$i_{II} = \frac{I\{Ra+2R+2R_I\}-e}{Ra+2R+R_I+R_{II}},$$

mais au commencement de la commutation :

$$R_{II} = \infty$$

par conséquent

$$i_{II} = 0.$$

On a pour la densité γ_{II} et pour la tension $i_{II}R_{II}$ au commencement de la commutation :

$$r_0''\gamma_{II} = R_{II}i_{II} = I\{Ra+2R+2R_I\}-e.$$

Si l'on veut que cette densité γ_{II} ou cette tension $i_{II}R_{II}$ ne dépassent pas une certaine valeur limite, il faudra que

$$i_{II}R_{II} = r_0''\gamma_{II} \geqq I\{Ra+2R+2R_I\}-e,$$

condition dans laquelle γ_{II} et $R_{II}i_{II}$ représentent cette densité ou cette tension maxima tolérées. Comme la grandeur de R_I au commencement de la commutation est égale à celle de R_{II} à la fin du phénomène, et que la densité limite est la même dans les deux cas, on en conclut que, lorsque la condition de bon fonctionnement est remplie, avec une valeur positive de e pour la fin de la période de court-circuit, c'est-à-dire pour le moment où la pointe du balai quitte la lame A, cette condition se trouve à plus forte raison satisfaite pour le début de la commutation, c'est-à-dire quand le frotteur arrive sur le segment B.

Remarquons que l'équation pour i_I assigne toujours à ce courant une valeur positive, lorsque la force électromotrice e n'est pas inversée par un déplacement excessif des balais vers le pôle.

Ce courant i_I s'écoule donc du collecteur vers le balai.

Il n'en est pas de même de l'intensité i_{II}. La relation que nous venons d'établir nous fait voir que si la force électromotrice e grandit par trop, ce courant i_{II} peut très bien devenir négatif et aller du balai vers le collecteur. Cette inversion, qui échauffe inutilement le collecteur, ne peut se produire que dans la première période de la commutation, lorsque R_I est encore voisin de son minimum.

Le changement de direction de i_{II} n'est, en général, nullement dangereux pour la bonne marche, il suffit cependant pour l'éviter, de faire en sorte qu'au commencement de la commutation, la force électromotrice e soit plus petite que

$$I\{Ra+2R+2R_I\}.$$

En résumé, quand les frotteurs ne chevaucheront que sur deux segments consécutifs, c'est-à-dire quand on n'aura qu'une seule section à la fois en court-circuit, il suffira, pour avoir un fonctionnement sans étincelle, à toutes les charges et sans décaler les balais de la ligne neutre théorique, de satisfaire à la relation :

$$R_I i_I = r_0'\gamma_I \geqq e + I\{Ra+2R+2R_{II}\},$$

R_{II} désignant la résistance au contact sur la lame B à la fin de la commutation. En appelant :

a, l'épaisseur du frotteur mesuré le long de la périphérie du collecteur ;

b, sa longueur mesurée dans le sens des segments ;

δ, l'épaisseur des lamelles isolantes séparant les segments de cuivre ; on aura à ce moment :

$$R_{II} = \frac{r_0''}{b(a-\delta)}.$$

La grandeur de e est aussi facile à déterminer. Appelons :

B, l'induction du champ en unités C.G.S., sur la périphérie du noyau et à l'endroit où s'opère la fermeture des spires sur elles-mêmes ;

L, la largeur de l'induit en cm ;

V, la vitesse périphérique du noyau en cm : s ;

N, le nombre des côtés actifs des spires simultanément en court-circuit, il viendra :

$$e = B \cdot L \cdot V \cdot N \cdot 10^{-8} \text{ volts.}$$

DEUXIÈME CAS

Examinons maintenant ce que deviennent nos relations lorsque le frotteur chevauche non plus seulement sur deux mais simultanément sur trois segments.

En conservant les mêmes notations que précédemment, et en désignant par i_{III} l'intensité qui passe dans la troisième lame intéressée par le balai, et par R_{III} la résistance ohmique de contact entre le balai et cette troisième lame, à un instant quelconque, il viendra, les spires à commuter se trouvant à égale distance des épanouissements polaires (fig. 3) :

$$i_I R_I + i_I R - e - RaI + Rai_I - R_{II}i_{II} - Ri_{II} = 0, \quad (1)$$

$$i_{II}R_{II} + i_{II}R - e + RaI - Rai_{III} - R_{III}i_{III} - Ri_{III} = 0, \quad (2)$$

$$i_I + i_{II} + i_{III} = 2I. \quad (3)$$

On tire des deux premières équations :

$$i_I R_I + i_I R - e - RaI + Rai_I = e - RaI + Rai_{III} + R_{III}i_{III} + Ri_{III},$$

d'où

$$i_I = \frac{2e + (Ra + R + R_{III})}{Ra + R_I + R} i_{III}. \quad (4)$$

D'un autre côté les formules 2 et 3 donnent :

$$2R_{II}I - R_{II}i_I - R_{II}i_{III} + 2RI - Ri_I - Ri_{III} - e + RaI - Rai_{III} - R_{III}i_{III} - Ri_{III} = 0,$$

ou

$$i_I = \frac{I\{2R+2R_{II}+Ra\}-e-i_{III}\{2R+R_{II}+R_{III}+Ra\}}{R+R_{II}}. \quad (5)$$

Posons pour simplifier :

$$A = Ra + R + R_I$$
$$B = Ra + R + R_{III}$$
$$C = Ra + 2R + 2R_{II}$$
$$D = Ra + 2R + R_{II} + R_{III}$$
$$E = R + R_{II}.$$

Les équations 4 et 5 fournissent alors :

$$2Ee + EBi_{III} = AI . C - i_{III} D . A - Ae,$$

ou

$$i_{III} = \frac{IAC - e(2E + A)}{AD + EB}. \qquad (6)$$

Cette formule permet de calculer toutes les valeurs que prend i_{III} durant la commutation.

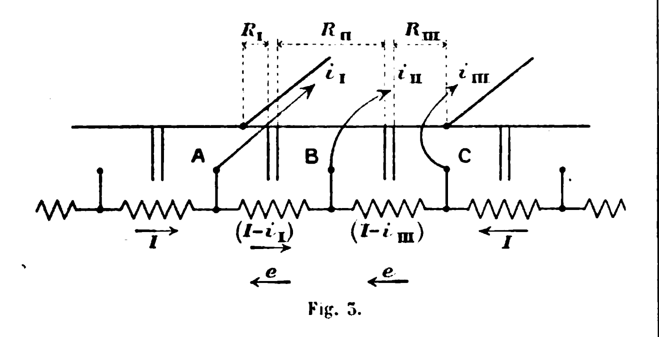


Fig. 5.

Au commencement du phénomène que nous étudions, c'est-à-dire quand le frotteur va toucher la troisième lame ou à

$$R_{III} = \infty,$$

et

$$B = D = R_{III} = \infty,$$

et par conséquent

$$i_{III} = 0;$$

la tension qui existe à ce moment précis entre la pointe du balai et la lame C est égale au produit :

$$R_{III} i_{III}.$$

Or, comme une tension trop grande ou, ce qui revient au même, une densité de courant trop élevée peut amener des étincelles, il y a lieu d'examiner la relation qui donne la grandeur de $R_{III} i_{III}$, on a évidemment de la formule (6) :

$$i_{III} R_{III} = r_0''' \gamma_{III} = \frac{AC - e(2E + A)}{A + E}; \qquad (7)$$

pour que i_{III} reste positif il faut que :

$$IAC \geqq e(2E + A).$$

Si maintenant on remplace dans l'équation (4), i_{III} par sa valeur tirée de la formule (6), il vient :

$$i_I = \frac{2e + B \cdot \dfrac{IAC - e(2E + A)}{AD + EB}}{A}$$

ou, en simplifiant :

$$i_I = \frac{IBC + e(2D - B)}{AD + EB}. \qquad (8)$$

Cette relation permet d'évaluer toutes les valeurs de i^I durant la commutation.

Au moment où la commutation finit, c'est-à-dire au moment précis où le frotteur quitte la lame A, on a :

$$R_I = \infty; \qquad A = R_I = \infty$$

et, par conséquent

$$i_I = 0.$$

La tension qui s'exerce en ce moment entre la lame et la pointe du balai et qui tend à produire une étincelle, est égale à

$$R_I i_I.$$

La valeur de cette dernière tension est donnée par la relation

$$i_I R_I = r_0' \gamma_I = \frac{IBC + e(2D - B)}{D}. \qquad (9)$$

Pour qu'une dynamo puisse fonctionner sans étincelle au collecteur, il faudra que le membre droit de cette équation (9) soit égal ou plus petit que la tension limite $R_I i_I$ qui peut être tolérée sans danger au moment où la pointe du frotteur quitte la lame A. Nous verrons que cette valeur limite est voisine de 2,5 volts.

Il convient de rappeler que les formules 6, 7, 8 et 9 ne sont valables qu'autant que le frotteur intéresse trois lames. Quand ce frotteur, après avoir chevauché sur trois segments consécutifs, ne couvre plus que deux lames, on fera usage des relations déduites précédemment pour ce cas spécial, savoir :

$$i_I = \frac{e + I\{Ra + 2R + 2R_{II}\}}{Ra + 2R + R_I + R_{II}}$$

et

$$i_{II} = 2I - i_I.$$

Afin de montrer clairement comme on doit se servir des relations ci-dessus, nous les appliquerons à deux exemples pratiques.

Cependant, nous discuterons auparavant les relations qui viennent d'être établies, et nous démontrerons que les conclusions auxquelles elles conduisent, sont toutes vérifiées par l'expérience.

(*A suivre.*) BOY DE LA TOUR.

Téléphones de l'Industrie électrique :

RÉDACTION : N° **812-89**.

ADMINISTRATION { N° **704-44**. N° **704-23**.

SUR LA DÉTERMINATION
DES
PERTES DES MOTEURS ÉLECTRIQUES
PAR DES MÉTHODES D'ACCÉLÉRATION

La mesure des pertes des moteurs et dynamos par les variations de la vitesse sous l'action des causes retardatrices n'est pas nouvelle, car des méthodes basées sur ce principe ont été déjà signalées et appliquées par MM. Ashworth, Routin, Hay, etc., mais elles paraissaient être mieux appropriées aux laboratoires qu'aux ateliers. Dans une communication récente faite à la Section de Birmingham à l'*Institution of Electrical Engineers*, de Londres, M. W. E. Sumpner a indiqué des moyens pratiques d'application de ces méthodes qui les rendent essentiellement industrielles. Nous croyons intéressant de résumer pour nos lecteurs les indications fournies par l'auteur sur trois dispositifs qui, suivant les circonstances, les machines à mesurer et les appareils dont on dispose, permettent de déterminer les pertes d'une dynamo ou d'un moteur plus simplement et plus rapidement que par les autres méthodes connues et employées couramment jusqu'ici.

La première méthode est employée depuis plusieurs années avec succès par les élèves de la *Birmingham Technical School*, et se recommande par sa simplicité, car elle n'exige pour son emploi qu'une montre ordinaire, un bon tachymètre et des moyens d'appliquer à la machine un faible couple retardateur ou résistant, par une action mécanique ou électrique.

Soit t le temps, observé par le tic-tac de la montre, que met la dynamo pour passer de la vitesse angulaire ω_1 à la vitesse angulaire ω_2 sous l'action d'un couple résistant C dues aux pertes dans la machine. La diminution d'énergie cinétique pendant le temps t est égal au travail absorbé par les pertes pendant le même temps, ce qui donne :

$$C \cdot \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t = k(\omega_1^2 - \omega_2^2).$$

Expression dans laquelle k est une constante dépendant du moment d'inertie de la partie tournante. (On suppose que, pour une variation de vitesse d'environ 10 pour 100, le couple de frottement reste constant, ce qui est pratiquement exact.)

$$Ct = 2k(\omega_1 - \omega_2). \qquad (1)$$

Si, dans plusieurs expériences, on change le couple C, en laissant ω_1 et ω_2 constants, les valeurs de C sont inversement proportionnelles aux valeurs de t. En augmentant C d'une valeur connue C_0, le temps t devient t' l'on a :

$$C = (C + C')t' \qquad (2)$$

ou

$$Ct = C_0 \frac{tt'}{t - t'} = k(\omega_1 - \omega_2). \qquad (3)$$

Relation qui détermine le facteur k et, par suite, l'énergie cinétique du système animé d'une vitesse angulaire ω.

Le couple C peut être modifié en faisant varier l'excitation de la machine, ou autrement, ce qui permet de séparer le couple dû à l'hystérésis et aux courants de Foucault du couple dû aux frottements. La relation (3) donne, de plus, le couple résistant à différentes vitesses.

Si la constante k est déterminée électriquement en appliquant un couple dû à un courant produit par la machine, soit P_p la puissance perdue et P la puissance utile, on a :

$$P_p t = (P_p + P)t = k(\omega_1^2 - \omega_2^2),$$

ou

$$P_p = P \cdot \frac{t'}{t - t'}. \qquad (4)$$

Cette méthode peut donner de bons résultats, même avec de petites machines, lorsqu'on dispose d'un bon tachymètre, et c'est lui qui limite l'exactitude de la méthode. La forme de l'équation (3) montre que, pour obtenir de bons résultats, t' doit être environ la moitié de t.

Pour être lu exactement, t' ne doit pas être inférieur à 2,5 secondes, ou à 10 tic-tac d'une montre battant le quart de seconde; et t doit être au moins égal à 5 secondes. $(\omega_1 - \omega_2)$ ne doit pas être inférieur à la réduction de vitesse obtenue dans le même temps.

Les dynamos de faible puissance s'arrêtent en 30 secondes environ, ce qui correspond à une réduction de vitesse de 20 pour 100. Avec les dynamos puissantes, la durée de la marche à vide avant l'arrêt peut dépasser 10 minutes, de sorte que les intervalles de temps t et t' peuvent être mesurés avec précision, pourvu qu'on dispose d'un bon tachymètre pour définir ω_1 et ω_2.

Lorsqu'on utilise de grands alternateurs fonctionnant en parallèle, on peut utiliser l'indicateur de phases comme indicateur de vitesse en utilisant le phénomène des battements, dont la fréquence va en augmentant, si l'une des machines fonctionne à vitesse constante, et l'autre à vide.

Soit n le nombre de battements produits en un temps t depuis l'instant de l'ouverture du circuit, et C le couple retardateur ou résistant produit par la perte. Il est facile de voir que le facteur

$$C \cdot \frac{t^2}{n}$$

est une quantité constante pour une machine donnée.

Soit p le nombre de périodes de l'alternateur à vitesse constante pour un tour, on aura dans le temps t :

$p\omega_1 t$ périodes pour le premier alternateur,

$p \cdot \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t$ — second —

Ces deux quantités différeront précisément par le nombre de battements observés, et l'on pourra écrire :

$$p \cdot \omega_2 t = n + p \cdot \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t,$$

d'où

$$2n = pt(\omega_1 - \omega_2)$$

et si la fréquence du courant $f = p\omega_1$

$$2n = ft \cdot \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1}. \qquad (5)$$

$\frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1}$ est la variation relative de vitesse dans le temps t.

Mais l'équation (3) donne :

$$Ct = k(\omega_1 - \omega_2),$$

d'où

$$\frac{Ct}{2n} = k \frac{(\omega_1 - \omega_2)}{2n}$$

et

$$\frac{Ct^2}{n} = 2k \frac{\omega}{f} = \frac{2k}{p}. \qquad (6)$$

Le couple C est proportionnel au nombre de battements dans un temps donné, ou inversement proportionnel au carré du temps pris pour un nombre donné de battements. Si l'on observe à la fois t et n

$$\frac{Ct_1^2}{n_1} = \frac{C't_2^2}{n_2}.$$

Dans une seconde expérience : $C' = C + C_0$, on a

$$C = C_0 \cdot \frac{\frac{t^2}{n_2}}{\frac{t_1^2}{n_1} - n_2}. \qquad (7)$$

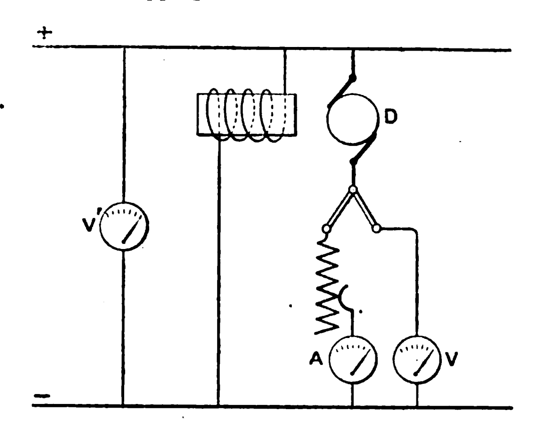
Le nombre de battements produits dans un temps t est proportionnel à t^2.

Avec les grandes machines et les basses fréquences actuellement employées, les battements sont assez lents pour pouvoir être observés avec précision.

Si la machine expérimentée est une dynamo shunt, un alternateur excité par une dynamo montée sur le même arbre, ou une machine quelconque actionnée par un moteur shunt par courroie, on dispose d'une bonne méthode de mesure de la variation de vitesse sans l'emploi d'aucun tachymètre. La méthode consiste (fig. 1) à utiliser un voltmètre à basse tension convenable pour mesurer la différence entre la tension aux bornes des inducteurs et la force électromotrice développée par l'induit. L'inducteur est relié d'une façon permanente à une source à potentiel constant, et l'induit est branché en dérivation sur la même source à travers un commutateur et une résistance de démarrage, l'extrémité de l'induit portant l'interrupteur étant aussi relié au conducteur correspondant à travers un voltmètre muni d'une clef.

Lorsque la vitesse voulue est obtenue, l'interrupteur est ouvert et la clef du voltmètre fermée. La lecture de ce voltmètre donne une indication directe de l'expression $(\omega_1 - \omega_2)$ dans l'équation (3).

La méthode consiste simplement à observer le temps pris par le voltmètre pour évoluer entre deux valeurs déterminées, et à appliquer ensuite les formules (2) et (4).



Lorsque cette méthode est applicable, les lectures de vitesse peuvent se faire avec une grande exactitude.

La seule nouveauté de l'emploi du voltmètre comme tachymètre consiste dans son couplage spécial. Au lieu de le relier aux bornes de l'induit, et de lire la vitesse totale de la machine, on le relie de façon à lire la *différence* entre la tension constante correspondant à la vitesse angulaire normale et la tension réelle produite par la vitesse réduite. On peut ainsi faire usage d'un voltmètre très sensible, capable de montrer de faibles variations de vitesse à une grande échelle.

Cela constitue un grand avantage, car dans les méthodes d'accélération, il est toujours plus facile de faire des mesures de temps avec précision que de lire des indications de vitesse. Il est d'ailleurs désirable d'effectuer ces mesures pour un changement de vitesse aussi faible que possible.

La note de M. Sumpner se termine par des exemples d'application de ces méthodes faites sur des dynamos Parker de la *Birmingham Technical School.* A. Z.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Un avertisseur électrique de la fumée. — Un brevet d'invention vient d'être pris pour un avertisseur d'incendie, basé sur un principe nouveau. On traite spécialement un crin de soie ou de cheval dans une solution de soude ordinaire. Après avoir été desséché dans le vide, il possède la curieuse propriété de s'allonger lorsqu'il se trouve dans la fumée. On utilise cet allongement pour fermer un circuit électrique, mettant en branle une sonnerie. Les inventeurs disent qu'ils ne comprennent pas la cause de l'allongement, mais sans doute ils pensent que le filament a quelque affinité chimique pour le carbone,

et ce serait intéressant si quelque savant voulait expliquer et faire encore des investigations sur ce phénomène.

Un chemin de fer électrique à grande vitesse. — On dit qu'on doit construire un chemin de fer électrique entre Glasgow et Édinbourg, et si cela est vrai, la ligne sera même encore plus importante que celle qui est en train de se construire entre Liverpool et Manchester. Le temps que mettent les chemins de fer à vapeur pour accomplir ce trajet est à présent hors de toute proportion avec la distance, mais on dit que le chemin de fer électrique franchira l'espace en une demi-heure, à une vitesse de 190 km par heure. La distance est un peu plus grande que celle entre Liverpool et Manchester.

Les tramways électriques et le transport des marchandises. — Le transport des marchandises sur les lignes de tramways électriques fut le sujet d'un discours lu récemment, par M. Alfred H. Gibbings, ingénieur en chef de la *South Lancashire Electric Traction and Power C°*, devant la Société d'ingénieurs à Liverpool.

Ce discours traita spécialement des observations présentées par les fabricants du sud-ouest relativement à l'exploitation économique de la traction électrique pour le transport de marchandises, entre les quais de Liverpool et les moulins et usines du Lancashire. M. Gibbings montra qu'on pouvait faire, avec les lignes électriques de tramways, le transport et la livraison de marchandises beaucoup plus rapidement que par le système actuel des chemins de fer, et à des frais qui pour des charges complètes ne seraient que la moitié des tarifs existant sur les chemins de fer, et néanmoins ils laisseraient un gain suffisant.

Il y aurait aussi une économie pour les conseils municipaux et les autres autorités, car l'entretien des ponts serait entrepris par les compagnies de traction électrique. Au point de vue des fabricants et des commerçants, l'importance du transport électrique de marchandises en Lancashire serait incalculable, et les possibilités des extensions qu'il permettrait serait d'un tel intérêt public, qu'on ne doit pas laisser abandonner ce projet à cause d'une opposition probable.

La *South Lancashire Electric Traction and Power C°* sera finalement la propriétaire du plus grand projet de tramways électriques en Angleterre, qui comprendra près de 162 km de voie unique.

Des machines électriques du continent. — Il est reconnu que les importations de marchandises et d'appareils électriques en Grande-Bretagne ne se font plus sur une aussi grande échelle qu'autrefois.

Pendant décembre de l'année dernière, ces importations atteignirent une valeur de 1 360 000 fr contre 1 320 000 fr du mois précédent et 3 670 000 fr en décembre 1900. Pendant l'année dernière entière, les importations ne s'élevèrent qu'à une valeur de 21 000 000 fr contre 31 500 000 fr en 1900. En effet, il parait certain que, malgré la concurrence allemande, les fabricants anglais emploient de nouvelles méthodes, et qu'ils prennent toutes les grandes commandes.

Il y a aussi un sentiment prédominant : c'est que les commandes placées à l'étranger pour des machines ne peuvent pas être surveillées pendant la construction, de sorte qu'on ne peut pas obtenir de modifications pour violation de contrat, sans faire un procès à l'étranger.

A Pontyprid en Wales, on vient de placer la commande pour des machines électriques à MM. Dick Kerr et Cie, dont la soumission était plus élevée cependant que celles des maisons mentionnées ci-dessus. La même chose a été fait à Cardiff.

Le professeur Viriamu Jones. — La détermination de l'unité fondamentale de résistance électrique par feu le professeur Viriamu Jones occupe un rang très important parmi toutes les déterminations faites, et elle lui a valu avec justice une place importante parmi les physiciens.

Cette détermination fut exécutée au moyen d'une machine construite par le Principal Jones à l'University Collège de Cardiff; elle lui a coûté 10 000 fr. Cependant il fut d'avis de la perfectionner, et ainsi la *Drapers' Company* en 1898, en souvenir des services rendus par lui, à la science aussi bien qu'à l'enseignement, lui a voté la somme de 17 500 fr pour la construction d'un appareil plus perfectionné. Il avait proposé d'installer cet appareil au Laboratoire national de physique, où on avait fait des aménagements pour le recevoir. Sa maladie et sa mort empêchèrent la réalisation de ses espérances, mais la *Drapers' Company*, avec une grande générosité et dans l'intention de montrer combien elle appréciait ses mérites, a manifesté l'intention de mettre la somme à la disposition de la Commission du laboratoire pour l'équipement complet d'un appareil Lorenz à la mémoire du Principal Jones. L'appareil doit être établi sous la direction du professeur Ayrton, F.R.S., et du directeur.

Le chemin de fer de Londres et Tilbury et la traction électrique. — La traction électrique pour les chemins de fer est maintenant partout un sujet d'actualité, et plusieurs chemins de fer à vapeur commencent à examiner la question. En parlant à la réunion semestrielle de ce chemin de fer, le président dit : que le conseil avait déposé un bill au Parlement à l'effet d'installer la traction électrique sur le chemin de fer; qu'il est probable que le District Railway sera transformé pendant les deux années prochaines, et que si on veut exploiter le trafic sur le nouveau chemin de fer de Bow et Whitechapel à meilleur compte, il faudra le transformer aussi, et ainsi la Commission avait pensé qu'il était sage de demander la permission de transformer le système tout entier. Il est permis de penser que, quant au trafic local jusqu'à Barking, il pourrait être économiqueet avantageux de transformer le chemin de fer jusqu'à ce point-là. Le conseil avait saisi l'occasion en déposant le bill, mais naturellement avant de se décider sur l'application de

l'électricité à la ligne entière, on attendrait pour voir s'il n'y aurait pas dans les moteurs de nouveaux perfectionnements pour rendre une telle exploitation profitable. D'après lui, il y avait tout lieu de croire que le système des tramways électriques était la meilleure solution, mais il fallait s'attendre à des développements avant de l'appliquer à des chemins de fer ordinaires. Évidemment ces remarques sont destinées à préparer les actionnaires à de nouvelles dépenses. En connection avec le projet du District Railway, on vient d'annoncer que cette compagnie a passé une commande à MM. Babcock et Wilcox pour 48 chaudières, chacune d'une surface de près de 460 m^2. On dit que celle-ci est la plus grande commande pour les chaudières qu'on ait jamais donnée.

Une explosion électrique. — Il y a quelques jours à Swansea, un fait singulier se produisit. Par suite de la présence de l'eau dans les caniveaux électriques, l'ingénieur en chef se décida d'ouvrir quelques boîtes dans les rues. Avec l'aide d'un contre-maître il ôta le couvercle d'une bouche d'égout et descendit une lampe dans le trou.

Aussitôt une explosion se produisit, et les lourds couvercles de quatre trous d'homme, dans deux rues du voisinage, sautèrent à une hauteur de 6 m. L'ingénieur et son aide furent sérieusement brûlés, et une femme dans le voisinage, fut un peu atteinte. L'explosion fut causée par une accumulation de gaz dans les boites, occasionnée, comme on l'a montré, par une fissure dans les conduites de gaz. Un cylindre compresseur à vapeur avait fonctionné dans le voisinage, et un tuyau d'eau ainsi qu'un fil téléphonique avaient été rompus, probablement, par la même cause. C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 27 janvier 1902.

Sur quelques propriétés du rayonnement des corps radioactifs. — Note de M. Henri Becquerel. (Voy. *les Comptes rendus.*)

Sur la préparation du tantale au four électrique et sur ses propriétés. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* le 1er juillet 1901, nous avons indiqué que la niobite réduite en poudre et additionnée de charbon de sucre fournissait au four électrique une fonte riche en niobium et en tantale. La masse métallique, traitée par l'acide fluorhydrique additionné d'acide nitrique, puis par le fluorure de potassium, donnait un mélange de fluotantalate et de fluoxyniobate. En appliquant à ces sels la méthode de séparation de Marignac, nous avons préparé environ 4 kg de fluoxyniobate et de fluotantalate de potassium.

Le mélange de ces deux sels a été épuisé six fois par l'eau bouillante. Le fluotantalate restant, après avoir été lavé à l'eau distillée, a été décomposé par son poids d'acide sulfurique dans une capsule de platine. Le précipité blanc lavé avec soin à l'eau chaude a été calciné. L'acide tantalique retient, après lavage et calcination, 0,32 de soufre à l'état d'acide sulfurique sous forme de combinaison. On mélange à cet acide tantalique 10 pour 100 de carbonate d'ammoniaque pur, puis on calcine. Cette opération est répétée deux fois.

Après nous être assuré de la pureté de l'acide tantalique par la détermination de sa densité et de son poids moléculaire, nous avons cherché à le réduire par le carbone, à la température du four électrique.

Nous rappellerons que Berzélius, en chauffant le fluotantalate de potassium avec du potassium, a obtenu une poudre grise ne conduisant pas l'électricité et d'une densité de 10,08.

Henri Rose, en décomposant par le sodium le fluotanlatate du même métal, a recueilli une poudre noire d'une densité de 10,78 et bonne conductrice de l'électricité.

Children, par l'électrolyse de l'acide tantalique au moyen d'un courant intense, obtint un tantale de couleur jaune rougeâtre et très cassant.

Enfin Marignac, en décomposant un fluotantalate par l'aluminium, a préparé et décrit un alliage cristallisé de tantale et d'aluminium.

L'acide tantalique était regardé jusqu'ici comme infusible et irréductible par le carbone. Nous avons additionné cet acide tantalique d'une quantité de charbon de sucre correspondant à la réaction :

$$Ta^2O^5 + 5C = 2Ta + 5CO.$$

Pour obtenir une fonte ne contenant que peu de carbone, il est utile d'augmenter de $\frac{1}{10}$ la proportion d'acide tantalique.

Ce mélange a été aggloméré par la pression sous forme de petits cylindres qui ont été chauffés au four Perrot dans une brasque de charbon de sucre. Après cette calcination qui donne au mélange une certaine consistance, on dispose ces cylindres dans un creuset de graphite que l'on chauffe au four électrique. On peut aussi placer ces cylindres dans une nacelle de graphite au milieu d'un tube de même substance. Dans les deux cas, l'élévation de température doit être très grande, si l'on veut liquéfier la fonte de tantale. Sans quoi, la réduction se produit bien, mais les cylindres, tout en se frittant, conservent à peu près leur forme, et présentent à la loupe l'aspect d'une masse métallique caverneuse recouverte d'une petite couche jaune ou orangée.

Lorsque l'on chauffe 5 minutes avec un courant de

800 ampères sous 60 volts, on n'obtient qu'une masse frittée; il faut chauffer pendant 10 minutes pour arriver à la fusion du tantale.

M. E. Colvis adresse un Mémoire relatif à diverses machines dynamiques. (Commissaires : MM. Marcel Deprez, Mascart, d'Arsonval.)

Définition expérimentale des diverses sortes de rayons X, par le radiochromomètre. — Note de M. L. Benoist, présentée par M. Lippmann. (Voy. *les Comptes rendus.*)

Sur un appareil pour l'enregistrement automatique des décharges de l'atmosphère. — Note de M. J. Fényi, présentée par M. A. Cornu. — En vue du grand intérêt avec lequel, dans ces temps derniers, on observait les orages, je méditai, au mois de mars 1900, le projet de les enregistrer automatiquement par un cohéreur. L'assistant de l'observatoire à Kalocsa, J. Schreiber, a construit ensuite, au courant de l'année 1900, un tel appareil d'une façon bien simple, mais très pratique, lequel a donné pendant l'été de 1901 des résultats très satisfaisants.

Le cohéreur et une bobine de fil de 0,2 mm de diamètre, dont la résistance est à peu près 100 ohms, sont insérés dans le circuit d'un élément de Meidinger. Au centre de la bobine se trouve une aiguille aimantée qui, posée sur un pivot vertical d'acier, est déviée si le cohéreur est devenu conducteur par un éclair lointain, et ferme un assez fort courant dans le circuit d'enregistrement. Dans le même circuit d'enregistrement est insérée une sonnerie dont le couvercle porte le cohéreur. L'ébranlement que la sonnerie produit est suffisant pour ébranler le cohéreur et pour interrompre ainsi le courant dans la bobine; l'aiguille aimantée revient dans sa position d'équilibre et le cohéreur est disposé à recevoir une nouvelle impulsion.

Le cohéreur même, par sa simplicité, est d'un intérêt spécial. Il n'est pas constitué par de la limaille de nickel, mais seulement par deux aiguilles à coudre posées en croix l'une sur l'autre. Cette forme de cohéreur se recommande par plusieurs conditions : d'abord chacun peut le construire sans dépenses et sans peine; malgré cela, le cohéreur fonctionne avec une grande sûreté, enfin il permet de constater par observation et mesure les conditions d'un bon et sûr fonctionnement. Ces recherches ont démontré qu'il faut et suffit que le potentiel du courant dans la bobine ne dépasse pas un quart de volt.

Il faut donc, si l'on emploie un élément de Meidinger, shunter cet élément de manière à réduire la force électromotrice à ce degré. Ce n'est pas l'intensité du courant qui importe : il ne suffit pas de l'affaiblir par une résistance insérée au circuit. Si la tension électrique n'est pas réduite, nul ébranlement n'est suffisant pour priver le cohéreur de sa conductibilité. On constate aussi que la pression des deux aiguilles exercée l'une sur l'autre peut varier depuis le moindre contact jusqu'à la pression de 6 g, sans qu'on observe des variations appréciables dans le fonctionnement du cohéreur. Une circonstance singulièrement remarquable dans le fonctionnement de ce cohéreur est que les deux aiguilles polies et en contact se comportent comme un isolateur, quand même elles exercent une pression mutuelle de 6 g; mais la moindre étincelle d'un électrophore lui donne la conductibilité, et le moindre ébranlement l'interrompt complètement. D'après diverses expériences de cette sorte, j'ai constaté que le cohéreur acquiert la conductibilité par l'étincelle électrique, même dans le cas où l'élément n'est pas inséré au moment où l'étincelle est tirée de l'électrophore; car, si l'on insère l'élément de nouveau, l'aiguille aimantée est aussitôt déviée.

M. l'assistant a aussi observé que le cohéreur peut devenir conducteur par un son très aigu, par exemple par le son d'une petite trompette, que l'élément soit ou non inséré dans le circuit : il a trouvé que le cohéreur fonctionne avec la plus grande sûreté, si l'on met une goutte d'eau au point de contact des deux aiguilles, ou si on les plonge toutes les deux dans de l'huile de pétrole.

Cet appareil, si simple dans sa constitution, a été en fonction pendant l'été de 1901, et les résultats ont démontré son utilité et son aptitude. Tous les orages qui se produisaient autour de Kalocsa, sur une étendue dont le rayon est à peu près 100 km, ont été enregistrés selon la manière dont ils se sont passés. Une revision seulement superficielle des feuilles d'enregistrement des mois de mai, juin et juillet m'a permis de déterminer avec sûreté la période quotidienne des orages sur l'étendue ci-dessus désignée : ce qui démontre suffisamment l'utilité de cet appareil.

Séance du 3 février 1902.

Recherche des ondes hertziennes émanées du soleil. — Note de M. Charles Nordmann, présentée par M. Janssen. (*Extrait.*)— Au cours de la mission à l'observatoire du mont Blanc que M. Janssen a bien voulu me confier au mois de septembre dernier, j'ai fait diverses expériences dans le but de rechercher si le soleil émet des ondes électromagnétiques. Il semble naturel, en effet, de supposer que cet astre, source intense de radiations lumineuses et calorifiques, doive émettre également des ondulations électriques, celles-ci étant de nature identique à la lumière et au rayonnement calorifique.

Le choix d'une haute station était tout indiqué pour cette recherche, car il éliminait, dans la plus grande mesure possible, l'action absorbante de l'atmosphère et surtout de la vapeur d'eau sur les ondes hypothétiques qu'il s'agissait de déceler.

Ces expériences ont été exécutées à la station des Grands-Mulets, à 3100 m d'altitude. Le mauvais temps m'a empêché de les reprendre dans de bonnes conditions au sommet même du mont Blanc.

Les expériences répétées faites dans toute la journée du 19 septembre, par un très beau temps et un ciel sans nuage, successivement avec les deux radioconducteurs (dont je vérifiais le réglage avant et après chaque expérience) m'ont toutes conduit au même résultat négatif, et je n'ai pas pu enregistrer d'une façon certaine la moindre déviation de la tache lumineuse sur l'échelle divisée.

Il en résulte que le soleil n'émet pas de radiations électriques se propageant le long des fils et capables d'impressionner les radioconducteurs, ou que, s'il en émet, elles sont complètement absorbées par son atmosphère et les parties supérieures de l'atmosphère terrestre.

Ce résultat est conforme à ce qu'on pouvait prévoir; les gaz très raréfiés absorbent, en effet, énergiquement les ondes hertziennes, et le but de mes expériences était de rechercher si une partie des oscillations électriques qui peuvent émaner du soleil n'échappe pas à l'absorption que doivent exercer sur elles les couches supérieures raréfiées des atmosphères solaires et terrestres [1].

Variation de la force électromotrice et du coefficient de température de l'élément Daniell avec la concentration du sulfate de zinc. — Note de M. J. Chaudier, présentée par M. Mascart. — On sait que la force électromotrice d'un élément Daniell varie avec la concentration du sulfate de zinc et la température. J'ai étudié ces variations pour des solutions de sulfate de zinc dans l'eau distillée, depuis la saturation jusqu'à zéro et pour des températures comprises entre 5° et 20°. Dans les expériences que je résume ici, la solution de sulfate de cuivre est toujours saturée.

La détermination des forces électromotrices est faite par la méthode de compensation, avec le dispositif de M. Bouty. Les forces électromotrices sont évaluées à moins de $\frac{1}{10\,000}$ de volt.

L'élément Daniell est constitué par deux vases en verre contenant l'un la solution de sulfate de zinc, l'autre la solution de sulfate de cuivre; ces deux vases sont réunis par un siphon formé d'un tube de verre rempli de coton, imbibé de la solution de sulfate de zinc dans l'une des branches, de la solution de sulfate de cuivre dans l'autre. Ce dispositif m'a paru donner des résultats plus constants que les autres.

Les valeurs de la force électromotrice à 15° et du coefficient de température pour diverses concentrations du sulfate de zinc sont inscrites dans le tableau ci-dessous :

Sulfate de zinc pour 100 d'eau.	Force électromotrice e du Daniell à 15° C en volt.	Coefficient de température $\frac{de}{dt}$. en volt : degré C.
0.	1,0590	— 0,0024
$\frac{1}{12}$	1,1138	— 0,00015
$\frac{1}{6}$	1,1151	— 0,00013
$\frac{1}{2}$	1,1368	+ 0,00005
1.	1,1331	+ 0,00005
2.	1,1263	+ 0,0003
4.	1,1249	+ 0,0003
6.	1,1208	+ 0,00016
10.	1,1188	— 0,00003
30.	1,1054	— 0,0002
60.	1,1003	»
200 (ou saturation) . .	1,0902	— 0,00026

I. On en déduit les conclusions suivantes :

1° En partant de la saturation, la force électromotrice d'un Daniell croît quand la concentration du sulfate de zinc diminue, passe par un maximum pour une solution à $\frac{1}{2}$ pour 100, puis décroît pour des concentrations plus faibles;

2° Le coefficient de température, d'abord négatif, croît et s'annule pour une concentration comprise entre 7 pour 100 et 8 pour 100, ainsi que l'a indiqué Helmholtz; mais, après avoir atteint un maximum positif, il décroît et s'annule de nouveau pour une solution de sulfate de zinc à $\frac{1}{2}$ pour 100. Au delà, il continue à décroître quand la concentration diminue;

3° L'élément Daniell fournit un étalon de force électromotrice indépendant de la température, quand il est constitué par une solution de sulfate de cuivre saturée et une solution de sulfate de zinc, soit à 7,5 pour 100, soit à $\frac{1}{2}$ pour 100.

II. On peut appliquer à ces résultats expérimentaux la formule de Nernst :

$$e = K\Theta\left(\log\frac{P}{p} - \log\frac{P'}{p'}\right) + T\frac{de}{d\Theta},$$

où P et P' représentent les tensions de dissolution du zinc dans le sulfate de zinc et du cuivre dans le sulfate de cuivre; p représente la pression osmotique des ions-zinc et p' celle des ions-cuivre. K est une constante, Θ la température absolue.

On constate que la tension de dissolution du zinc dans le sulfate de zinc décroît très rapidement dans les solutions *très étendues*.

III. La formule de lord Kelvin

$$e = K'W + \Theta\frac{de}{d\Theta},$$

où W représente la quantité de chaleur dégagée dans les réactions chimiques du Daniell et K' une constante, conduit aux réactions suivantes :

La quantité de chaleur W dégagée dans les réactions chimiques du Daniell ne varie pas toujours dans le même sens lorsqu'on fait varier la dilution; elle décroît d'abord quand la concentration diminue; elle passe par un minimum pour une solution de sulfate de zinc à 4 pour 100, et croît ensuite lorsque la concentration tend vers zéro.

Je me propose de rechercher si les résultats précédents sont généraux, en étudiant au même point de vue des éléments analogues au Daniell, où le sulfate de zinc sera remplacé par du sulfate de cadmium, du sulfate de fer, et le zinc par les métaux correspondants de ces sels.

Sur l'observation galvanométrique des orages lointains. — Note de M. J.-J. Landerer, présentée par M. Janssen. — La lecture des deux Notes que M. Tommasina a consacrées à décrire des faits nouveaux très intéressants, concernant l'auscultation électroradiophonique des orages lointains [1], m'engage à soumettre à l'Académie l'exposé sommaire de faits analogues observés au cours de mes recherches poursuivies pendant plusieurs années à Tortose, en vue de connaître l'origine et les lois

[1] J'ai été assisté dans ces expériences par M. F. Haberkorn, ingénieur électricien.

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXI et CXXXIII.

des courants telluriques (¹). Il s'agit de moyens d'observation tout à fait distincts, savoir : une ligne aérienne de 288 m, faisant avec le méridien magnétique un angle de N 28° E, reliée à la terre par les tuyaux de conduite des eaux de la ville, et un galvanomètre Deprez-d'Arsonval sensible au dix-millionième d'ampère. Un téléphone était au besoin introduit dans le circuit.

Les décharges oscillantes ont souvent pour origine les débuts de la formation des gros cumulus précurseurs de l'orage, mais plus souvent encore, l'air étant calme, la présence d'une légère couche de pallio-cirrus, s'étendant sur une certaine région du ciel, surtout au zénith de la ligne. Elles impriment à la tache lumineuse des oscillations parfois si rapides que l'œil est incapable de les suivre ; c'est une sorte de frémissement qui naît et s'arrête d'une façon brusque, en donnant à la tache une apparence estompée caractéristique, qui permet de la distinguer nettement des apparences analogues provenant des variations multiples du courant tellurique.

Lorsque la foudre éclate sur les montagnes voisines ou à proximité de la ligne, la tache éprouve une double oscillation, ou plutôt une double secousse : d'abord dans un sens, avec faible amplitude, ensuite en sens contraire, avec une grande intensité. Or, l'intervalle compris entre les deux courants induits qui s'y rapportent étant incomparablement moindre que celui que le cadre de l'instrument met pour atteindre un écart donné, il en résulte que l'effet du courant direct l'emporte de beaucoup sur l'autre ; c'est pour cela que, quand on observe les petites déviations produites par un orage lointain, il est impossible de saisir celles qui procèdent du courant inverse.

Sur la vaste plaine de Tortose, c'est un fait constant que, pour un même orage agissant seul dans le champ créé, ces petites déviations sont toutes de même sens : du nord au sud pour les orages situés à l'est du méridien, du sud au nord pour ceux situés à l'ouest. Le sens des déviations permet donc de connaître de quel côté se trouve l'inducteur orageux, ce qui devient utile surtout en plein jour, alors que la lumière de l'éclair ne se perçoit pas. Dans les mêmes circonstances, le téléphone décèle aussi, par un pétillement distinct du *cri de l'étain*, les décharges lointaines, mais sans fournir aucun indice touchant leur direction.

L'action des orages sur le galvanomètre atteint un rayon considérable ; bien que la distance maximum à laquelle il m'a été donné d'observer ces phénomènes n'ait pas dépassé 240 km, soit l'espace compris entre Tortose et l'île de Majorque, on est en droit de prévoir que cette action deviendrait sensible encore sur une étendue beaucoup plus vaste. On remarquera, en effet, que, pendant l'orage qui eut lieu sur l'île le 3 octobre 1887, les déviations observées atteignirent près d'un millimètre de l'échelle ; il est évident que des déviations dix fois plus petites seraient encore parfaitement appréciables.

J'ajouterai, en terminant, que la seule précaution à prendre pour bien observer ces phénomènes est d'opérer à l'abri d'influences locales provoquées, comme celles qui proviendraient de réseaux télégraphiques ou téléphoniques, ou de câbles pour la lumière électrique, fonctionnant simultanément ou sans relâche, car alors il devient malaisé d'en démêler les origines et d'y avoir égard.

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIII, CIII et CV.

BIBLIOGRAPHIE

L'année électrique (2e *année, reprise*), par le Dr Foveau de Courmelles. — *Ch. Béranger*, éditeur, Paris, 1902.

Qu'à égale capacité un gros livre se vende plus avantageusement qu'un plus mince, je le conçois ; mais que, pour en arriver là, un auteur se fasse imprimer sur véritable carton et nous donne, pour quelque soixante pages de plus, un volume double de celui de l'année dernière, je ne le comprends pas et ne saurais en tout cas l'approuver. On a beau dire dans la préface qu'on a voulu ménager la vue des lecteurs que fatiguent les papiers glacés et leurs reflets à la lumière : ce prétexte, bien trouvé pour un adepte d'Esculape, ne fera croire à personne que le mat n'ait pu se rencontrer que dans le sale et ridicule torchon ici employé. Tout ce livre est d'ailleurs un mystère : sa couverture, son sous-titre mis, dans un *avis important* intérieur, sur le pied d'égalité avec le titre principal, son lieu de vente, le genre des annonces insérées en fin de volume sous la même pagination et au milieu de la bibliographie qui le termine, la nomenclature même des ouvrages de l'auteur qui orne la couverture, laissent penser qu'il s'agit moins ici d'une spécialité de la maison Béranger que de la spécialité du docteur Foveau de Courmelles, le premier n'ayant fourni qu'une partie, et le second l'autre partie du titre complet l'*Année électrique, électrothérapique* et *radiographique*. Quoi qu'il en soit, ce livre s'adressant, même dans ce qui rappelle l'ancienne *Année électrique* de M. Delahaye, aux gens du monde plus qu'aux techniciens, gagnerait à une forme extérieure plus séduisante et moins encombrante, surtout en voyage. Une meilleure correction des épreuves et un discernement plus judicieux dans l'appréciation des hommes et des choses ne nuiraient pas d'ailleurs non plus au volume.

E. B.

Electrical Catechism (Cathéchisme électrique), par Shepardson. — *American Electrician Cº*, éditeur, New-York, 1901.

Une fois de plus nous retrouvons ici réunie, à l'américaine, en volume une suite de publications successives des *Electrical Industries* continuées par l'*American Elec-*



trician, dont nos confrères transatlantiques ont la spécialité. Commencée dès 1895, cette série n'est nouvelle pour nous ni comme titre, ni comme manière de faire. Bien traitée, elle n'en a pas moins son utilité comme réponse sous forme simple, précise, concise et dégagée des formes techniques aux nombreuses questions qui se présentent chaque jour à l'esprit de tous ceux en contact avec l'une quelconque des applications de l'électricité. Fort honorable volume, ce livre comprend d'ailleurs le respectable chiffre de 1520 questions et réponses accompagnées de nombreuses figures explicatives qui, repérées au numéro de la question correspondante, pourraient, à première vue, être supposées en nombre égal à celui des dites questions, ce qui serait formidable. Il n'en est rien, nous n'avons pas besoin de le dire.

Pour faciliter les recherches, ces questions sont groupées en douze chapitres bien distincts et méthodiquement classés, dont le second, sur les « unités », donne incidemment, pour la première fois, croyons-nous, dans un livre, les portraits des savants dont les noms ont été attribués à ces unités. — Un index alphabétique très développé termine l'ouvrage et contribue encore à la commodité de son maniement.

Il nous souvient d'avoir déjà vu chez nous un petit catéchisme analogue que nous nous rappelons même avoir dû qualifier d'hérétique, vu le nombre d'erreurs qu'il contenait. La publication de ce nouvel ouvrage américain ne fournirait-il pas à l'auteur français, dont par bonheur nous avons oublié le nom, l'occasion d'une éclatante revanche par une bonne traduction? Il y aurait là, selon nous, quelque chose à faire, à la condition, bien entendu, de transformer en unités internationales toutes les données fournies en unités américaines si incommodes. Les professeurs les plus distingués ne dédaignent pas, dans ce pays éminemment pratique, d'attacher leur nom à ces œuvres de saine vulgarisation. Sans vouloir abaisser jusque-là un de nos maîtres, pourquoi quelque sérieux disciple ne s'attellerait-il pas à cette besogne? E. B.

Traité de Mécanique rationnelle, par P. Appell. — *Gauthier-Villars*, éditeur, Paris, 1900.

Loin de moi l'irrévérencieuse pensée de traiter ce volume de livre sans queue ni tête; mais, sous des dehors complets, il n'a ni commencement ni fin, se trouvant n'être qu'un second fascicule du tome III de cet important ouvrage. Il nous tombe seul du ciel sans que nous sachions trop pourquoi et nous avions bonne envie de n'en point parler jusqu'à ce que son aimable éditeur nous eût mis à même de mieux en apprécier le développement en complétant entre nos mains ce qui en est déjà paru et nous laissant entrevoir ce qu'il en reste encore à publier. Mais, au bout du compte, auteur et éditeur sont bien au-dessus de nos éloges, et, du moment que nous avons cité l'un et l'autre, ainsi que le titre du volume, le bien est fait dans la faible mesure où il nous est possible. Ayons-en donc au moins le bénéfice et disons que ce fascicule du Cours de mécanique de haute envergure et de science élevée professé à la Faculté des sciences de Paris traitant de l'*Équilibre et du Mouvement des milieux continus* comprend, entre une fin de chapitre et le commencement d'un autre, les chapitres complets XXXII à XXXV ayant respectivement pour titres : « Déformation d'un milieu continu », « Cinématique des milieux continus », « Dynamique des fluides parfaits » et « Théorie des tourbillons ».

Quant à son accessibilité, nous ne disons pas qu'elle soit à la portée de la majorité de nos lecteurs; mais ceux qui aiment l'x et l'intégrale y trouveront de quoi satisfaire leur goût sous la forme claire et presque attrayante par la mise en pages familière à l'éditeur. E. B.

A travers la matière et l'énergie, par le Dr Blaise. — *Ch. Delagrave*, éditeur, Paris.

Très singulier ouvrage qui, s'il rappelle par certains côtés la philosophie antique embrassant toute la science, et, par d'autres, les œuvres métaphysiques du XVIIIe siècle, touche en même temps aux abstractions actuelles les plus brûlantes, ce livre n'est guère du domaine scientifico-industriel de ce journal. Il y confine néanmoins dans deux de ses parties qui traitent de l'électricité et de l'induction électrique. L'auteur y définit, expose ou démontre, suivant sa théorie, les lignes magnétiques et dynamiques, vulgairement appelées lignes de force, les phénomènes d'aimantation, les pôles des aimants et des courants(?), les conditions toutes mécaniques qui président à la rotation et à la réversibilité des machines dynamo et magnéto-électriques, avec interprétation excessivement simple et facile de tous les phénomènes qui peuvent y être rattachés.

Nous ne faisons que signaler cette curieuse production à ceux que tient la soif toujours inassouvie du pourquoi et du comment et revenons à l'analyse des œuvres moins élevées, sans doute, mais plus pratiques qui nous sollicitent. E. B.

Primary Batteries, Their theory, construction and use (Piles primaires, théorie, construction et emploi), par Cooper. — *The Electrician*, éditeur, Londres, 1902.

Ce n'est pas sans un certain plaisir que l'on revoit de temps à autre un ouvrage sur les Piles : on s'en trouve rajeuni de quelque vingt ans, car le sujet n'a guère progressé en lui-même; l'exposition seule diffère quelque peu. — En somme, comme le dit très justement l'auteur, peu d'appareils électriques ont donné autant d'espérances et moins réalisé de ce qu'ils promettaient. — La théorie de la pile voltaïque a cependant fait récemment l'objet d'importantes améliorations. La nomenclature des piles

réellement restées en usage et la description de celles dignes d'un intérêt théorique particulier méritaient d'ailleurs une mention spéciale; et, en y ajoutant une étude comparative de ce qu'on peut attendre des éléments Leclanché et des piles sèches, l'auteur a donné d'intéressantes courbes relevées par lui dans ces dernières années et qui contribuent à l'utilité de son livre. Après une étude développée des piles-étalons, un dernier chapitre est enfin entièrement consacré aux piles à consommation de charbon, sur lesquelles on a encore peu de données mais qui peuvent être appelées à prendre dans l'avenir une grande importance.

Cet ouvrage, dont les lecteurs de « The Electrician » ont déjà eu la primeur en détail, ne saurait, malgré notre trop grande ignorance des langues étrangères, passer inaperçu au milieu de nous. E. B.

JURISPRUDENCE

MONOPOLE D'ÉCLAIRAGE — CONCESSION COMMUNALE CONCESSION A DE SIMPLES PARTICULIERS

On sait que le monopole des Compagnies d'éclairage dans les communes se mesure aux termes des autorisations de voirie qui leur sont accordées et qui leur permettent indirectement de s'opposer à toute entreprise similaire faisant usage des mêmes moyens. Le Conseil d'État vient de faire application de cette règle d'interprétation dans une espèce qui mettait en présence non pas, comme c'est l'habitude, une Compagnie d'éclairage au gaz et une Société d'éclairage électrique, mais une Compagnie d'éclairage au gaz et un simple particulier. Voici dans quelles conditions. A Nérac, un sieur M..., qui tient un café, avait imaginé de se fournir lui-même d'électricité. A cet effet, il avait louée en partie la force motrice d'un moulin et sollicité du conseil municipal l'autorisation de poser sur les dépendances de la voirie urbaine des fils destinés à transmettre de ce moulin à son établissement la force nécessaire à son éclairage. Il avait obtenu cette autorisation par arrêté du 15 mai 1892. Mais il avait à peine fait ces installations, qu'une Compagnie gazière, qui avait obtenu précédemment le droit de poser ses conduites sur les mêmes voies, lui intentait une action à fin d'enlèvement de ses appareils ou de paiement de dommages-intérêts dans le cas où son autorisation serait maintenue. Le conseil de préfecture du Lot-et-Garonne, par un arrêté interlocutoire du 10 juillet 1895, avait semblé favorable aux conclusions de la demanderesse. Il avait ordonné, en effet, une expertise à l'effet de déterminer le préjudice causé à celle-ci et l'indemnité qui pourrait lui être due par suite du maintien des appareils du sieur M..., et, par là même, il avait semblé décider que le monopole de fait accordé à cette Compagnie excluait tout usage similaire de la voirie à quelque personne qu'il profitât. Le Conseil d'État, saisi par le sieur M... d'un pourvoi contre cette décision, en a jugé autrement. Considérant que le traité passé avec la Compagnie gazière n'excluait que les entrepreneurs similaires, et que le sieur M... n'était pas un entrepreneur au sens strict du mot, il a décidé que la commune avait pu très régulièrement lui octroyer le droit de poser des fils sur les voies publiques, et annulé l'arrêté du conseil de préfecture en condamnant la Compagnie gazière aux dépens. Son arrêt du 6 juillet 1900 est ainsi conçu :

« Considérant qu'aux termes de l'article 6 du traité susvisé du 30 juin 1873, aucun entrepreneur d'éclairage autre que le concessionnaire ne pourra poser dans la ville de Nérac des tuyaux ou conduits destinés à l'éclairage public et particulier pendant la durée de la concession, à moins d'une interruption d'éclairage d'au moins une année, par le concessionnaire actuel, ce droit étant le privilège du concessionnaire ainsi que l'application le cas échéant des procédés découverts et des perfectionnements éventuels,

« Considérant que le sieur M..., a demandé l'autorisation de poser, au-dessus de certaines rues de la ville de Nérac, des câbles exclusivement destinés à assurer l'éclairage de son café et du cercle annexé au moyen de l'électricité qu'il produit lui-même dans le moulin du Pont-Vieux, dont il a loué partiellement la force motrice à cet effet et que cette autorisation lui a été accordée.

« Considérant que le sieur M..., n'est pas un entrepreneur d'éclairage, qu'il agit pour son compte personnel, que dès lors la Compagnie d'éclairage et de chauffage par le gaz n'est pas fondée à soutenir qu'en accordant au sieur M..., cette autorisation, le maire de Nérac a méconnu les engagements pris par la ville.. etc. »

Dans l'espèce tranchée par la haute assemblée administrative, la solution nous parait de tous points conforme à la lettre et à l'esprit des traités intervenus entre les parties; mais qu'arriverait-il si ces concessions individuelles venaient à se multiplier à l'infini? La Compagnie concessionnaire, qu'il s'agisse de gaz ou d'électricité, car la situation serait identique dans les deux cas, n'aurait-elle pas quelque raison de se plaindre? Nous savons bien que la question est plus théorique que pratique, car peu de personnes se trouveraient simultanément en mesure de s'éclairer par leurs propres moyens, surtout par des moyens naturels. Mais l'hypothèse cependant peut se réaliser. Qu'adviendrait-il, d'autre part, si un industriel se bornant à livrer sa force motrice à plusieurs particuliers, ceux-ci se mettaient en mesure individuellement de la transformer en éclairage électrique? Le bailleur de force deviendrait-il, par ce fait, une sorte d'entrepreneur d'éclairage, et la ville qui en présence d'un traité semblable continuerait à autoriser ces particuliers et non le bailleur à poser leurs fils sur les voies publiques ne tomberait-elle pas alors sous la sanction qui accompagne

la méconnaissance ou la violation d'un engagement pris? Ces problèmes, que nous ne faisons qu'indiquer peuvent naître de la décision qui précède. Nous ne serions pas surpris de les voir poser quelque jour devant la justice administrative.

AD. CARPENTIER.
Agrégé des Facultés de droit.
Avocat de la Cour d'Appel de Paris.

SYNDICAT PROFESSIONNEL

DES

INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 14 janvier 1902.

Présents : MM. *Berne, Boistel, Chaussenot, Eschwège, Geoffroy, Javaux, Laffargue, Larnaude, De Loménie, Meyer-May, Mildé, Radiguet, E. Sartiaux, De Tavernier.*

Excusés : MM. *Bardon, Portevin, Ribourt, Robard, Vivarez* et *Zetter.*

Admissions. — M. Brault (Camille), administrateur-directeur de la Société nouvelle de l'Accumulateur Fulmen, 18, quai de Clichy, à Clichy (Seine). — M. Etiennot (Henry), constructeur électricien, 19, rue Cail, à Paris. — M. Eurieult (Victor), constructeur d'appareils téléphoniques, 123, rue de Grenelle, à Paris. — M. Riegel (Louis), administrateur-délégué de la Manufacture parisienne d'appareillage électrique, 14, rue Commines, à Paris. — M. Wéry (Antoine), constructeur électricien, 39, boulevard de la Chapelle, à Paris.

M. le PRÉSIDENT propose à la Chambre de voter des félicitations à MM. Bernheim (Edmond) et Mors (Émile), nouvellement promus chevaliers de la Légion d'honneur.

Assemblée générale. — La Chambre fixe l'Assemblée générale annuelle du Syndicat au jeudi 13 février, à 5h30m, hôtel des Ingénieurs civils, 19, rue Blanche, et ouvre le crédit nécessaire pour la location de la salle.

Commissions permanentes. — La Chambre décide de réunir les Commissions permanentes, mensuellement, à jour fixe et sur convocation spéciale. Elle fixe ainsi qu'il suit les dates de ces réunions qui auront lieu à 5 heures, au siège social, 11, rue Saint-Lazare. — 1re Commission : Constructions. *Le 2e mardi de chaque mois.* — 2e Commission : Installations: distribution et utilisation de l'énergie, éclairage. *Le 3e lundi de chaque mois.* — 3e Commission : Canalisation, fils et câbles. *Le 3e jeudi de chaque mois.* — 4e Commission : Téléphonie, télégraphie, appareillage, appareils de mesure, applications diverses. *Le 4e lundi de chaque mois.* — 5e Commission : Questions administratives et économiques. *Le 4e jeudi de chaque mois.*

La Chambre désigne comme présidents de ces Commissions, en vue de leur organisation : 1re Commission : M. *Javaux.* — 2e Commission : M. *E. Sartiaux.* — 3e Commission : M. *Geoffroy.* — 4e Commission : M. *Meyer-May.* — 5e Commission : M. *De Loménie.*

Chaque Commission nommera son bureau; le président devra être choisi parmi les membres de la Chambre.

Après l'examen d'affaires diverses sans intérêt pour nos lecteurs, la séance est levée.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. JOSSE, *17, boulevard de la Madeleine, Paris.*

312 844. — **Scharf.** — *Procédé de télégraphie sans fil basé sur l'application des oscillations électriques stationnaires* (19 juillet 1901).

312 682. — **Bell.** — *Perfectionnements aux machines électriques* (13 juillet 1901).

312 869. — **Hansen et Petersen.** — *Accumulateur électrique* (20 juillet 1901).

312 660. — **Maiche.** — *Perfectionnements apportés à l'établissement des câbles sous-marins et souterrains* (13 juillet 1901).

312 706. — **Le Bart.** — *Système d'interrupteur à mercure* (15 juillet 1901).

312 720. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux compteurs pour courants alternatifs* (16 juillet 1901).

312 725. — **Forbes.** — *Perfectionnements aux bobines d'inductions* (16 juillet 1901).

312 754. — **Pinckard.** — *Perfectionnements dans les commutateurs électriques* (16 juillet 1901).

312 841. — **Capitan.** — *Système de commutateur permutateur électrique* (19 juillet 1901).

312 858. — **Rudhardt.** — *Appareil de protection pour machines et installations électriques* (20 juillet 1901).

312 675. — **Voelker.** — *Méthode perfectionnée de fabrication de filaments pour lampes électriques à incandescence* (13 juillet 1901).

312 740. — **Kowalski et Moscicki.** — *Disposition pour le dégagement de l'arc entre des électrodes métalliques* (16 juillet 1901).

312 748. — **Johnson.** — *Perfectionnements dans les lampes électriques à arc* (16 juillet 1901).

312 784. — **Rignon et Moreno.** — *Polar star, bougie électrique en vase clos, fonctionnant dans toute position, soit en dérivation, soit en série, et sur tous circuits continus ou alternatifs* (17 juillet 1901).

312 877. — **Couvreux.** — *Régulateur mécanique réglant la lumière électrique automatiquement* (24 juillet 1901).

312 924. — **Shœmaker et Gehring.** — *Perfectionnements à la télégraphie sans fil* (25 juillet 1901).

313 070. — **Aubry.** — *Perfectionnements apportés aux transmetteurs téléphoniques* (30 juillet 1901).

313 076. — **Gehring.** — *Perfectionnements dans la télégraphie sans fil* (30 juillet 1901).

313 019. — **Stockmeyer.** — *Machine pour la fabrication des plaques d'accumulateurs* (27 juillet 1901).

312 904. — **Société dite : Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.** — *Rhéostat de mise en marche à liquide* (22 juillet 1901).

312 940. — **Lincoln.** — *Indicateur perfectionné de synchronisme et de fréquence ou de vitesse* (25 juillet 1901).

312 960. — **Krebs.** — *Système de coupe-circuit pour installations électriques* (24 juillet 1901).

312 968. — **Compagnie générale d'électricité de Creil, éta-**

blissements Daydé et Pillé. — *Induit de compteur d'électricité* (25 juillet 1901).

512 896. — **Société Bertheol et Cie.** — *Nouvel allumeur électrique à gaz avec prise de courant à interrupteur automatique, annulant les courts-circuits, le retour d'étincelles et la mise continuelle de la masse dans le circuit* (22 juillet 1901).

313 010. — **Kron junior.** — *Porte-électrodes pouvant être mis en circuit les uns derrière les autres avec canaux d'électrodes libres* (26 juillet 1901).

313 140. — **Rosset.** — *Système et appareil pour permettre la communication directe et automatique des abonnés d'un réseau téléphonique* (31 juillet 1901).

313 194. — **Société The Rowland Telegraphic Company Limited.** — *Système de distribution télégraphique* (2 août 1901).

313 243. — **Gorton.** — *Procédé et combinaison d'appareils pour transférer et renvoyer les signaux transmis par un câble télégraphique* (5 août 1901).

313 292. — **Grenfell.** — *Perfectionnements dans les appareils pour transmettre et indiquer des ordres, des nombres, des mots et des signaux* (6 août 1901).

313 151. — **Berry (A.), Berry (G.) et la Société The British Electric Transformer Manufacturing Company Limited.** — *Système perfectionné de transformateur électrique* (1er août 1901).

313 200. — **Heilmann.** — *Mode de montage des électrodes d'accumulateurs* (3 août 1901).

313 233. — **Vogt.** — *Couvercle imbibé d'huile, comme couvertures pour les piles électriques* (5 août 1901).

313 253. — **Churchward.** — *Perfectionnements dans les générateurs et moteurs dynamo-électriques* (5 août 1901).

312 296. — **Société anonyme suisse des accumulateurs Tribelhorn.** — *Système de batterie d'accumulateur électrique* (6 août 1901).

312 297. — **Blood.** — *Induit de machine dynamo-électrique* (6 août 1901).

313 113. — **Jean.** — *Dispositif permettant de modifier la tension d'un courant continu ou de même sens* (30 juillet 1901).

313 179. — **Thomson.** — *Perfectionnements dans les appareils avertisseurs ou régulateurs pour circuits électriques* (2 août 1901).

313 188. — **Tesla.** — *Perfectionnements à la transmission de l'énergie électrique* (2 août 1901).

313 192. — **Golding et James.** — *Perfectionnements se rapportant aux enveloppes ou couvertures pour conducteurs électriques* (2 août 1901).

313 132. — **Straka.** — *Lampe électrique incandescente à noyau réflecteur facetté* (31 juillet 1901).

313 273. — **Heany.** — *Perfectionnements aux lampes à arc* (6 août 1901).

313 274. — **Heany.** — *Perfectionnements aux lampes à arc* (6 août 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société générale d'Illuminations. — Cette Société a pour objet l'installation, en location, de tout matériel pour illuminations et décorations publiques, au moyen principalement de l'appareillage faisant l'objet des brevets dits « Surfaces électriques », dont MM. Paz et Silva sont concessionnaires exclusifs, pour la France et les colonies françaises.

La Société prend le nom de : Société générale d'Illuminations.

Le siège social est à Paris; il est provisoirement rue Sainte-Anne, 55. Il pourra être transféré dans tout autre endroit, à Paris et dans le département de la Seine, par simple décision du Conseil d'administration, et partout ailleurs par décision de l'Assemblée générale des actionnaires.

La Société pourra avoir en outre, des bureaux, agences ou succursales dans sa sphère d'opérations pour les besoins de son exploitation.

La durée de la Société est fixée à quinze ans, à partir du jour de sa constitution définitive, sauf dissolution anticipée ou prorogation.

La Société pourra cependant faire des contrats et des entreprises pour un terme excédant sa durée.

Le capital social est fixé à 100 000 fr, divisé en 200 actions de 500 fr, toutes à souscrire et à libérer en numéraire.

Le capital pourra être augmenté en une ou plusieurs fois, par décision de l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, par la création d'actions nouvelles qui seront délivrées, soit contre espèces, soit contre apports.

Le Conseil d'administration est dès à présent autorisé à augmenter le capital social en une ou plusieurs fois, suivant les besoins de la Société, jusqu'à concurrence de 200 000 fr, et en conséquence de le porter à 300 000 fr.

Le montant des actions composant le capital social est payable au siège social ou aux caisses désignées à cet effet : le quart en souscrivant, et le surplus aux dates qui seront fixées par le Conseil d'administration.

Le Conseil d'administration pourra autoriser la libération anticipée des actions aux conditions qu'il jugera convenable. Il en sera de même pour toutes les émissions futures.

Il est créé 1000 parts bénéficiaires sans fixation de valeur nominale, qui sont attribuées aux souscripteurs des 200 actions composant le capital initial de la présente Société, à raison de 5 parts pour chaque action souscrite.

La Société est administrée par un Conseil composé de trois membres au moins et de sept au plus.

Les administrateurs sont nommés par l'Assemblée générale des actionnaires et sont toujours rééligibles.

La durée de leurs fonctions est de six ans.

Le premier Conseil sera nommé par l'Assemblée générale constitutive.

A l'expiration de la durée de ses fonctions, le premier Conseil sera renouvelé en entier; ensuite, il se renouvellera chaque année en nombre suffisant, pour que la durée du mandat de chaque administrateur ne soit pas de plus de six ans.

Si ce renouvellement ne peut s'effectuer par fractions égales, la fraction la plus forte sera renouvelée la dernière.

Pour les premières applications de cette disposition, le sort indiquera l'ordre de sortie. Une fois le roulement établi, le renouvellement aura lieu par ancienneté de nomination.

En cas de vacances par décès, démission ou autre cause, ou lorsque le Conseil d'administration croira utile de se compléter dans les limites de l'article 19, il pourvoira provisoirement, quel que soit le nombre des membres qui le composent, à la désignation des nouveaux administrateurs, jusqu'à la prochaine Assemblée générale, qui procédera à l'élection définitive.

L'administrateur ainsi nommé en remplacement d'un autre ne reste en exercice que jusqu'à l'époque où doivent expirer les fonctions de celui qu'il remplace.

Dans le cas où il ne resterait qu'un administrateur, l'Assemblée générale devrait être immédiatement convoquée pour nommer un Conseil d'administration.

Le Conseil d'administration nomme chaque année parmi ses membres un président, qui peut être indéfiniment réélu.

En cas d'absence du président, le Conseil désigne pour chaque séance celui de ses membres présents qui doit remplir les fonctions de président.

Le Conseil d'administration se réunit au lieu désigné par lui, aussi souvent que l'intérêt de la Société l'exige.

Pour la validité des délibérations, la présence de la moitié au moins des membres en fonction est nécessaire.

Les décisions sont prises à la majorité des membres présents. En cas de partage, la voix du président est prépondérante.

Les délibérations sont constatées par des procès-verbaux inscrits sur un registre spécial et signés par le président de la séance et un administrateur ou par deux administrateurs ayant assisté à la séance.

Le mode de convocation sera déterminé par le Conseil d'administration.

Nul ne peut voter par procuration dans le sein du Conseil.

Les copies ou extraits d'une délibération à produire en justice ou ailleurs sont certifiés par un administrateur ayant ou non assisté à la réunion.

Le Conseil d'administration est investi des pouvoirs les plus étendus pour la gestion et l'administration des affaires de la Société. Il autorise toutes les opérations de la Société, et notamment :

Tous prêts ou avances, tous emprunts par engagements directs ou ouverture de crédit, avec ou sans amortissement, pour des sommes que le Conseil détermine; toutefois l'émission d'obligations ne peut avoir lieu qu'avec l'autorisation de l'Assemblée générale ordinaire des actionnaires.

Le Conseil peut déléguer tout ou partie de ses pouvoirs à un ou plusieurs administrateurs, à un ou plusieurs directeurs ou sous-directeurs pris même en dehors de son sein.

Le Conseil peut aussi conférer des pouvoirs à telle personne que bon lui semble par mandat spécial et pour des objets déterminés.

L'Assemblée générale peut, en réunion extraordinaire, après rapport du Conseil d'administration, apporter aux présents statuts toutes modifications utiles.

Elle peut notamment décider et autoriser : le changement de dénomination de la Société; l'extension ou la restriction des opérations sociales; la convertibilité des actions nominatives en titres au porteur; la prorogation de la durée de la Société ou sa dissolution anticipée; l'augmentation ou la réduction du capital social, sa division en actions d'un taux nominal différent; la fusion ou l'annexion de la Société avec toutes autres Sociétés créées ou à créer; la cession sous une forme quelconque de tout l'actif mobilier ou immobilier de la Société; la modification du partage des bénéfices, sans porter atteinte au droit des titulaires des parts bénéficiaires; le rachat des parts bénéficiaires; la transformation de la Société en Société de toute autre forme, française ou étrangère.

Les produits nets de l'exercice, déduction faite de toutes charges sociales (dépenses d'entretien et d'exploitation, allocations, gratifications, participations dans les bénéfices pour le ou les administrateurs délégués ou directeurs et le personnel), constituent les bénéfices.

Sur ces bénéfices, tels qu'ils ressortent des inventaires, il est prélevé annuellement :

1° 5 pour 100 pour la constitution de la réserve légale; ce prélèvement deviendra facultatif, lorsque le fonds de réserve aura atteint un dixième du capital social, et il reprendra son cours si la réserve légale vient à être entamée;

2° Somme suffisante pour servir 5 pour 100 d'intérêts aux actions, sur le montant du capital dont elles sont libérées.

Le surplus sera réparti comme suit :

1° 10 pour 100 au Conseil d'administration;

2° 40 pour 100 aux parts bénéficiaires;

3° 50 pour 100 aux actionnaires.

L'Assemblée pourra décider la création d'un fonds de réserve extraordinaire, à l'aide d'un prélèvement sur les 50 pour 100 attribués aux actions à titre de deuxième dividende.

Cette réserve supplémentaire et les revenus y afférents appartiendront aux actionnaires seuls et pourront toujours leur être distribués par décision de l'Assemblée générale des actionnaires. L'emploi de ce fonds de réserve pourra être employé au développement des affaires sociales; dans ce cas, il sera crédité d'un intérêt de 5 pour 100 porté aux frais généraux.

Les pertes extraordinaires du capital peuvent se prendre sur le fonds de réserve légale, mais il n'en est disposé qu'avec l'autorisation de l'Assemblée générale.

L'emploi des fonds de réserve légale et de réserve extraordinaire est laissé aux soins du Conseil d'administration.

L'Assemblée générale extraordinaire peut notamment, pour faciliter le cas de cession, annexion et fusion, prononcer à toute époque la dissolution de la Société.

Aux termes de l'acte passé devant Mᵉ Cottin, le 19 novembre 1901, les fondateurs de ladite Société ont déclaré que les 200 actions composant le capital de cette Société avaient été entièrement souscrites par sept personnes et une Société et qu'il avait été versé par chaque souscripteur une somme égale au quart du montant des actions par lui souscrites.

A cet acte est demeurée annexée une pièce certifiée véritable par les fondateurs, contenant les noms et prénoms ou dénominations, et les professions et domiciles des souscripteurs, le nombre d'actions souscrites par chacun d'eux et l'état des versements effectués.

Du procès-verbal de l'Assemblée générale des actionnaires de ladite Société en date du 25 novembre 1901, dont une copie certifiée conforme a été déposée pour minute à Mᵉ Cottin, notaire susnommé, suivant acte passé devant lui et son collègue, le 29 novembre 1901, il appert :

Que ladite Assemblée a approuvé les statuts et reconnu la sincérité de la déclaration de souscription et de versement faite aux termes de l'acte notarié du 19 novembre susénoncé;

Qu'elle a nommé administrateurs pour six ans :

1° M. Claude-Édouard Clémançon, demeurant à Paris, rue de Penthièvre, n° 31; 2° M. Émile Paz, demeurant à Paris, rue Saint-Marc, 34; 3° M. André Silva, demeurant à Paris, rue du Quatre-Septembre; et 4° M. Paul-Marcel Meyer, demeurant à Paris, faubourg Poissonnière, 90. Lesquels ont accepté ces fonctions.

Qu'elle a nommé commissaire des comptes pour le premier exercice, M. Domez, demeurant à Paris, rue Caulaincourt, 125, qui a accepté.

Que pour le cas où celui-ci serait empêché de remplir ses fonctions pour une cause quelconque, elle a nommé pour le remplacer M. Plaudet, demeurant à Paris, rue Labrouste, 56, qui a accepté.

Et qu'elle a déclaré la Société définitivement constituée.

Société commerciale du Carbure de calcium. — Cette Société a pour objet le commerce de carbure de calcium et éventuellement de tous autres produits ou sous-produits de l'industrie électro-chimique et, d'une façon plus générale, toutes opérations financières, industrielles et commerciales se rapportant directement ou indirectement à l'objet ci-dessus. La Société prend la dénomination de : Société commerciale du Carbure de calcium. Le siège de la Société est établi à Paris, 50, boulevard Haussmann. La durée de la Société sera de 50 années qui commenceront à partir du jour de sa constitution définitive.

M. Lalau apporte à la Société : la promesse que la Société

des Travaux publics inaugurera les travaux du Congrès et M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes a bien voulu nous promettre de l'assister. Le Président du Comité consultatif des Chemins de fer, le Directeur de l'Office central des Transports internationaux à Berne, les Directeurs des grands Services administratifs des Ministères intéressés y sont spécialement invités.

Ce Congrès aura lieu à Paris les 21 et 22 mars 1902, en l'Hôtel des Agriculteurs de France, 8, rue d'Athènes. Il sera composé notamment : des membres des Chambres de Commerce; des membres des Chambres Consultatives des Arts et Manufactures; des membres des Chambres Consultatives d'Agriculture; des membres des grandes Unions ou Associations syndicales; des membres des Syndicats commerciaux, industriels et agricoles; de tous les adhérents de *La Mutuelle-Transports*.

Le Congrès se divisera en sections, conformément à l'ordre du jour ci-après, et le Bureau du Congrès aura le droit d'ajouter à cet ordre du jour les questions que lui proposeront les Sections et dont il approuvera l'étude immédiate.

ORDRE DES TRAVAUX

Le vendredi 21, *à* 10 *heures*. — Ouverture du Congrès par M. le Ministre des Travaux publics, assisté de M. le Ministre du Commerce. — Nomination du Bureau du Congrès. — Nomination des Bureaux des Sections.

A 2 *heures*. — Travaux des Sections.

Le samedi 22, *à* 10 *heures*. — Travaux des Sections.

A 2 *heures*. — Réunion plénière. — Rapports des Sections. — Adoption des Vœux. — Clôture du Congrès.

A 8 *heures du soir*. — Un banquet, présidé par M. le Ministre des Travaux publics, réunira les membres du Congrès qui y auront souscrit.

ORDRE DU JOUR DES SÉANCES

PREMIÈRE SECTION. — *Marchandises*. — *Petite vitesse*. — Délais : de fourniture des wagons, de transport, de livraison, d'enlèvement des marchandises. — Responsabilités . perte, casse et avarie. — Frais accessoires : de manutention, de magasinage, de comptage, de pesage, de stationnement. — Embranchements particuliers. — Avis d'arrivée, avis de souffrance.

DEUXIÈME SECTION. — *Marchandises*. — *Grande vitesse*. — Délais : d'expédition, de parcours, de livraison. — Colis postaux.

Voyageurs. — Carnets kilométriques. — Billets d'aller et retour. — Cartes d'abonnement.

TROISIÈME SECTION. — *Questions générales*. — Classification générale. — Déclarations inexactes. — Unification des formules : de Déclaration d'expédition, Récépissés, Lettres d'avis. — Trafic international. — Comité consultatif. — Contrôle commercial.

La date du Congrès a été fixée aux 21 et 22 mars, afin de permettre aux Congressistes de profiter des billets à prix réduits délivrés chaque année par toutes les Compagnies de Chemins de fer à l'occasion des fêtes de Pâques. (Pour tous renseignements, s'adresser à M. Jouanny, secrétaire de la Commission d'initiative du Congrès, 8, rue d'Athènes, *Paris*.

Combinateurs de sûreté. — On a souvent demandé d'établir sur les voitures de tramways ou les locomotives électriques un moyen d'éviter des accidents dans le cas où le conducteur (wattman), se trouvant subitement indisposé, laisserait le combinateur sur la position de grande vitesse. Certaines municipalités avaient même émis la prétention d'exiger la présence de *deux* hommes sur la plateforme d'avant du tramway en prévision de cette rare éventualité. M. W.-B. Potter a résolu le problème plus simplement, et surtout plus économiquement, en modifiant *ad hoc* les combinateurs ordinaires, et en y ajoutant un dispositif que le peuple appelle, dans son langage imagé, *la main de l'homme mort*.

Ce dispositif consiste, en principe, en une poignée que le conducteur doit toujours tenir en main lorsque le courant est sur les moteurs de la voiture. Cette poignée, sollicitée par un ressort, revient au zéro et coupe le circuit lorsqu'on l'abandonne à elle-même, et elle ne peut refermer le circuit à nouveau que si la manette du combinateur a été préalablement ramenée à zéro. Il en résulte que si le conducteur se trouve mal et abandonne la poignée, le courant se coupe instantanément et la voiture s'arrête, évitant ainsi tout accident. Dans d'autres dispositifs, le courant est coupé automatiquement lorsque l'intensité dépasse une certaine valeur, et il ne peut être rétabli qu'en ramenant préalablement le combinateur au zéro. Cette combinaison empêche le conducteur de donner à la voiture des accélérations dangereuses, et joue en même temps le rôle d'un coupe-circuit, mais avec cet avantage que sa remise en état est des plus simples, car il suffit de ramener le combinateur au zéro. Ces nouveaux dispositifs de sûreté, aussi bien celui qui réalise la main de l'homme mort que celui qui s'oppose à l'envoi d'un courant excessif, vont être employés dans l'équipement électrique du chemin de fer de Manhattan, à New-York.

L'action de la gélatine sur les substances solides et sur le verre. — M. L. Cailletet vient de présenter à l'Académie des sciences un procédé de *givrage en profondeur* du verre et du cristal que nous croyons intéressant de mettre sous les yeux de nos lecteurs, car ils pourront en tirer parti, soit pour des effets décoratifs, soit pour une véritable gravure, les éclats de verre enlevés par la gélatine pouvant atteindre jusqu'à 0,5 mm d'épaisseur. Nous avons vu quelques échantillons de verre ainsi gravé; les effets obtenus rappellent les *fleurs de glace* déposées sur les vitres par les temps froids. Voici la Note présentée par M. Cailletet :

« DE L'ACTION MÉCANIQUE DE LA GÉLATINE SUR LES SUBSTANCES SOLIDES ET SUR LE VERRE EN PARTICULIER. Note de M. L. CAILLETET. — J'ai fait connaître, depuis longtemps déjà, un procédé de soudure du verre avec les métaux. Cette soudure se fait facilement en déposant sur le verre, préalablement argenté à chaud, une couche de cuivre galvanique, qui, une fois étamé, peut être soudé à une autre pièce métallique. C'est le procédé que j'emploie pour adapter des robinets ou des ajutages quelconques aux tubes de verre destinés à renfermer des gaz sous de hautes pressions. La couche de cuivre galvanique adhère si fortement au verre que, en arrachant ce cuivre, on détache en même temps des lamelles de verre.

« Le même effet peut se produire avec le silicate de soude, mais ces effets d'arrachement de la couche vitreuse deviennent particulièrement puissants lorsqu'on emploie la gélatine. Il suffit, en effet, de recouvrir un objet en verre ou en cristal d'une couche épaisse de colle forte pour constater que cette gélatine, qui adhère à la surface vitreuse, s'en détache lorsqu'elle se dessèche, en enlevant au verre de nombreuses lamelles d'épaisseurs variables. Le verre ainsi gravé présente une sorte de dessin, rappelant les formes du givre déposé sur les vitres, et dont l'effet est décoratif.

« J'ai soumis à l'action de la gélatine un grand nombre de substances et j'ai constaté que le verre trempé est attaqué facilement. Il en est de même du marbre poli, du spath d'Islande, de la fluorine cristallisée. Un échantillon de cristal de roche, taillé perpendiculairement à l'axe et recouvert de deux couches de colle de poisson, a présenté, après dessiccation, de nombreux points attaqués de forme conchoïde offrant des stries parallèles rectilignes et rapprochées, tandis que sur le verre ces stries sont courbes. Lorsqu'on dissout dans la gélatine des sels facilement cristallisables et n'ayant pas d'action chimique sur elle, il se produit sur le verre des dessins gravés, d'apparence cristalline. Ainsi la colle forte, contenant 6 pour 100

d'alun de potasse, donne d'élégants dessins rappelant les feuilles de fougère. J'ai essayé également l'hyposulfite de sodium, le nitre, le chlorate de potassium qui, mélangés à la gélatine, agissent à peu près de la même façon. Ces procédés, qui peuvent servir à la décoration des objets en verre ou cristal, ont été employés avec succès par un habile praticien, M. Barbey.

« Lorsqu'on recouvre de gélatine dissoute dans l'eau des feuilles de carton, du plomb ou bien une toile métallique, on voit ces surfaces se courber en forme de cylindre à mesure que la gélatine se contracte. La gélatine, en se desséchant, exerce donc, sur les surfaces auxquelles elle adhère, une action mécanique des plus énergiques. Ainsi, en étendant au moyen d'un pinceau une couche de colle forte sur un vase cylindrique en verre mince, l'effort qu'il supporte pendant la dessiccation est suffisant pour le briser avec explosion suivant une génératrice, et les débris vitreux retenus entre eux offrent l'aspect d'une gouttière demi-cylindrique.

« Lorsqu'on examine, à la lumière polarisée, une lame épaisse de verre recouverte de gélatine, on constate que la lame subit un puissant effort mécanique, dont il serait sans doute possible de mesurer la valeur. »

Les puits d'électricité. — L'excellent confrère dont nous avons reproduit la mirifique invention des puits d'électricité dans notre numéro du 25 février, n'est pas content. Il nous écrit une lettre fort spirituelle, mais sans autre argument pour défendre sa thèse que celui-ci : Tout ce que l'on ne connaît pas encore est absurde. Dans le cas particulier, cet argument philosophique ne porte pas, car il ne s'agit pas, dans son cas, d'un fait, mais d'une méthode.

Or, une méthode qui consiste à déterminer *sur une carte géographique* les points d'intersection de courbes fictives pour localiser des points réels, est une méthode absurde. Il n'en serait pas de même, bien entendu, s'il s'agissait de diagrammes en coordonnées cartésiennes ou polaires.

Notre confrère nous parle ensuite de la captation de potentiels atmosphériques avec des cerfs-volants; cela ne paraît avoir qu'un rapport bien éloigné avec les puits d'électricité : ce seraient des puits négatifs, si nous osons ainsi parler. Que l'on puisse capter des courants électriques par ce moyen, nous voulons bien le croire, puisque le physicien Richmann en est mort, mais que l'on puisse les capter *industriellement*, c'est ce que nous croirons... comme saint Thomas, le vrai, le seul esprit vraiment scientifique et critique de son époque.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Dinard (Ille-et-Vilaine). — *Éclairage.* — Comme suite à nos dernières informations (n[os] 243 et 244, **1902**, p. 50 et 75), nous donnons à titre documentaire le traité passé par le Conseil municipal de cette ville avec la Compagnie d'éclairage électrique.

Le prix de l'énergie est fixé à 0,15 fr l'hectowatt-heure ou par abonnement, au prix de 60 fr par an et par lampe de 16 bougies.

Les consommateurs ne pourront apporter aucun changement ni addition dans leur installation sans que la Compagnie en ait été dûment avisée.

Dans ce cas, il sera dressé, s'il y a lieu, une nouvelle police; en cas de contravention, la Compagnie aura le droit de cesser la fourniture du courant électrique sous réserve de tels dommages et intérêts que de droit.

Le courant électrique sera fourni du coucher du soleil au lever du jour.

Dans les limites du réseau canalisé, la Compagnie sera tenue de fournir le courant électrique à toutes les personnes qui auront contracté un engagement de deux années au moins; mais en dehors de ces limites la Compagnie ne sera tenue d'étendre son réseau, sur la demande qui lui en sera faite, que dans le cas où les signataires de la demande s'engageraient à lui garantir, pendant une durée de 3 ans, un minimum de recette annuelle de 1,5 fr par mètre de canalisation, sans que toutefois la Compagnie soit tenue d'effectuer plus de 500 mètres de canalisation par an et, même dans ces conditions, elle ne pourra y être tenue qu'à partir du 1[er] janvier 1903.

La fourniture des branchements sera faite aux frais de la Compagnie jusqu'au compteur, et jusqu'à concurrence de 20 m seulement, le surplus de longueur sera aux frais de l'abonné.

Le compteur et toute l'installation intérieure seront aux frais de l'abonné.

L'abonné pourra choisir son compteur, mais il devra être d'un des modèles adoptés par les secteurs électriques de Paris.

Les polices seront d'un modèle analogue à celles du secteur de Clichy, sauf en ce qui concerne la question du système de distribution.

La pose du compteur devra être faite par l'agent de la Compagnie; quant à l'installation intérieure, elle pourra être faite par l'entrepreneur de l'abonné, mais sous sa propre responsabilité.

La Compagnie se réserve le droit de vérification sur le compteur et l'installation intérieure.

Les abonnés devront se conformer aux dispositions des règlements publics en ce qui concerne la section des câbles, la pose et l'isolation des appareils.

Les 3000 mètres de canalisation que la Compagnie s'est engagée à faire dans l'espace de 10 années suivant certaines conditions stipulées dans la convention du 31 mai 1901 pourront être demandés, par la municipalité, en canalisation électrique au lieu de canalisation de gaz; les lanternes prévues par cette convention seraient alors éclairées électriquement par des lampes à incandescence de 32 bougies ou par 2 de 16, pour chaque lanterne, sans que le prix par heure et par lanterne soit plus élevé que le prix actuel pour l'éclairage des lanternes au gaz.

Le minimum du nombre des lanternes et le minimum d'heures d'éclairage par lanterne seraient les mêmes que ceux prévus par la susdite convention et pour toute sa durée, soit 10 ans.

La commune ne pourrait demander plus de 500 m par an.

Les appareils d'éclairage ainsi que le remplacement des lampes électriques seraient aux frais de la Compagnie.

A l'expiration des 10 années d'engagement de minimum de consommation pour les lanternes au gaz existantes ou à établir prévues par la convention du 31 mai 1901, la ville pourra, si elle le désire, transformer son éclairage au gaz en éclairage électrique, aux conditions énumérées ci-dessus pour les 3000 m à établir.

Les appareils actuels seraient transformés aux frais de la commune moyennant un prix forfaitaire de 10 fr par appareil. Dans ce cas l'engagement de minimum de consommation serait prolongé de 10 ans.

Si la ville désirait placer des lampes à arc ou toute autre espèce de lampes électriques, ou voulait éclairer les établissements communaux à l'électricité, le courant lui serait fourni à un prix inférieur de 30 pour 100 au prix le plus bas consenti aux particuliers pour l'éclairage et qui, en tout cas, ne pourrait être supérieur à 0,055 fr l'hectowatt-heure. Cet éclairage n'étant obligatoire pour la Compagnie de la Fusion de Gaz sur la demande de la ville qu'à partir du 1[er] janvier 1903.

Pour les établissements communaux, la Compagnie fournira gratuitement les compteurs nécessaires moyennant une redevance mensuelle de 0,05 fr par compteur (afin d'établir son droit de propriété); l'installation intérieure et le remplacement des lampes seront aux frais de la commune.

La Compagnie fournira gratuitement à la commune une quantité d'énergie électrique de 1000 kw-h par an qui ne pourra être employée par elle que pour des illuminations ou un supplément d'éclairage public momentané, sans que cette consommation puisse être répartie sur les lanternes d'éclairage régulier et par suite, sans que cette consommation puisse compter dans le minimum d'heures d'éclairage prévu. Les frais d'installation de cet éclairage gratuit supplémentaire seraient à la charge de la ville.

Le prix à consentir pour le gaz, suivant sa consommation considérée isolément, restent les mêmes que ceux indiqués dans la convention du 31 mai 1901.

Lorsque l'énergie consommée annuellement, considérée séparément, aura atteint le chiffre de 200 000 kw-h, le prix maximum de l'hectowatt-heure sera réduit à 0,125 fr et il sera dû à la commune par la Compagnie du Gaz une redevance de 0,01 fr par kilowatt-heure consommé.

Lorsque le nombre atteindra 300 000 et au-dessus, le prix sera réduit à 0,10 fr et il sera dû à la commune 0,02 fr.

De plus, lorsque le nombre obtenu en additionnant le nombre de mètres cubes de gaz consommé annuellement par la ville et les particuliers, avec le nombre de kilowatt-heures consommés annuellement par la ville et les particuliers, aura atteint le chiffre de 320 000, le prix du gaz sera réduit à 0,275 fr quand bien même le nombre de mètres cubes de gaz consommé considéré isolément n'atteindrait pas 260 000 m³; une partie de la consommation électrique pouvant être considérée comme prise sur le gaz.

Lorsque le chiffre calculé comme plus haut sera de 410 000 le gaz sera réduit au prix de 0,25 fr et lorsque ce chiffre total sera de 510 000 le gaz sera réduit à 0,225 fr sans qu'il puisse descendre au-dessous.

Gap. — *Éclairage électrique.* — MM. Chabrand et Pangaud viennent d'adresser au maire et au conseil municipal de Gap un mémoire au sujet de l'éclairage électrique.

Se basant sur l'article 40 du traité intervenu en 1880 entre la ville de Gap et la Compagnie des gaz du Midi, le mémoire dit :

« Il résulte de cet article que la ville de Gap a entendu formellement et explicitement se réserver la faculté de bénéficier d'un mode d'éclairage nouveau, plus avantageux et plus économique le gaz. Pourquoi a-t-il admis que ce mode d'éclairage devrait d'abord être employé depuis au moins deux ans à Paris? Il n'y a évidemment qu'une seule explication possible, et elle s'impose : la ville de Gap a voulu se mettre à l'abri des difficultés et des aléas qui auraient pu résulter pour elle de l'adoption hâtive d'un mode d'éclairage insuffisamment étudié, pouvant présenter des inconvénients au point de vue de la sécurité ou de l'hygiène, ou ne répondant pas en pratique aux conditions d'économie annoncées par son inventeur. Elle a voulu dire que les avantages du nouveau mode d'éclairage devraient être dûment sanctionnés par la pratique et elle a pensé que cette sanction ne se manifesterait nulle part mieux qu'à Paris. Mais, en acceptant cette restriction elle n'a certainement pas entendu fournir à la Compagnie du gaz un moyen de se refuser à faire bénéficier Gap d'un mode d'éclairage dont les avantages et l'économie seraient parfaitement démontrés. »

Voici la conclusion de ce mémoire :

« Il serait donc du plus grand intérêt, pour la ville de Gap, d'avoir une distribution d'éclairage électrique. Les particuliers l'accueilleront certainement avec empressement à cause des avantages de toute nature et de l'économie qu'il présente. L'éclairage public pourra être beaucoup plus brillant tout en coûtant moins cher.

« Le moment nous paraît donc venu de faire un effort sérieux pour doter Gap d'un mode d'éclairage qui s'impose. La situation actuelle n'a que trop duré et il n'est pas admissible qu'elle se prolonge encore pendant dix-huit ans. Il y va de l'intérêt de tous; que toutes les bonnes volontés s'unissent et l'on aboutira. »

ÉTRANGER

Nacosari (Mexique). — *Usine électrique chauffée au gaz.* — Cette usine fait partie du matériel d'exploitation de la mine de cuivre de Great Pilares appartenant à la Moctezuma Copper Company.

L'usine génératrice de gaz comprend deux groupes de générateurs Loomis, de la *Loomis-Pettibone C°* de New-York, composés chacun de deux gazogènes cylindriques de 2,70 m de diamètre et 4,50 m de hauteur. Les foyers sont disposés pour être alimentés d'une façon sensiblement analogue aux générateurs de vapeur avec cette différence que, dans les premiers, la charge s'effectue par la partie supérieure de l'appareil et les feux ne sont touchés que deux fois par semaine.

A proximité des gazogènes se trouve une chaudière multitubulaire utilisant la chaleur des gaz produits et dont la vapeur est employée à la formation de ces derniers. Des deux groupes d'appareils, un seul fonctionne et suffit à fournir une puissance de 1000 chevaux; l'autre, d'égale puissance, est toujours maintenue en réserve.

On produit alternativement du gaz à l'air (c'est-à-dire par simple insufflation d'air dans le gazogène, soit du gaz à l'eau (par insufflation de vapeur); chacun de ces gaz se rend dans un réservoir spécial ayant un tuyau d'amenée, avec soupape de réglage, branché sur la conduite générale de distribution des moteurs; on règle la proportion des deux gaz de manière à obtenir le mélange que l'expérience a montré donner le meilleur rendement.

La salle des machines comprend 8 moteurs à gaz pauvre du type Crossley pouvant développer chacun une puissance de 110 chevaux à 200 tours par minute. L'eau de réfrigération des cylindres est puisée dans un réservoir propre à chaque moteur. Ces 8 moteurs entraînent, par l'intermédiaire de courroies, autant de dynamos à courants continus de 65 kilowatts chacune sous 260 volts; elles ont été construites par la *General Electric C°* et sont excitées en shunt pour parer aux inconvénients auxquels le fonctionnement des moteurs à gaz peut donner lieu. Ainsi, par exemple, si, par suite d'une série de ratés, la vitesse de la dynamo descendait au-dessous de la normale, celle-ci fonctionnerait comme moteur sans troubler le fonctionnement des 7 autres.

Le tableau de distribution comprend 8 panneaux distincts, un pour chaque dynamo, et le courant est réparti par 4 circuits aux différentes usines de l'exploitation ainsi qu'au village de Nacosari.

On a été amené à employer le gaz de préférence à la vapeur en raison du manque d'eau et aussi du prix de revient très élevé du charbon. Ainsi, dans une usine de ce genre, on consomme de 450 à 675 gr environ de charbon bitumineux ou d'anthracite par cheval-heure. Le combustible employé à Nacosari est du charbon bitumineux venant de New-Mexico. On en consomme un peu moins de 675 gr et environ 1350 gr de bois par cheval-heure effectif. Notre confrère, *The Engineering and Mining Journal* (t. LXXI, p. 591), auquel nous sommes redevables de ces détails, estime qu'on obtiendra encore de meilleurs résultats en distribuant le gaz aux moteurs disséminés sur les points d'utilisation de l'énergie électrique.

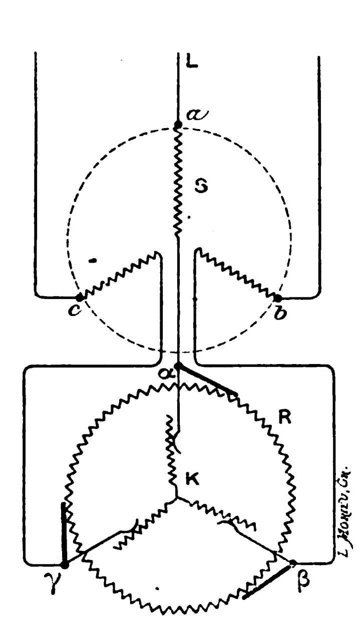




ALTERNATEUR AUTO-EXCITATEUR SÉRIE

Nous avons dans un précédent article (¹) les particularités essentielles du fonctionnement d'un alternateur à excitation shunt et nous avons montré l'analogie existant entre cet alternateur et une dynamo shunt.

Un alternateur shunt est par nature destiné à travailler sur une distribution à potentiel constant. L'alternateur à excitation série est au contraire essentiellement destiné à travailler sur des distributions à *intensité constante*.



Cet alternateur se compose (fig. 1) d'un stator induit S monté en étoile et d'un rotor inducteur R mis en série avec lui. Un rhéostat d'excitation K se trouve normalement *mis en parallèle* avec le rotor. Cet alternateur se groupe en série avec des alternateurs du même type tout comme les dynamos série à courant continu dans les distributions à intensité constante de M. Thury. Aussi la mise en série du stator et du rotor devrait-elle déjà sans autre raison se faire avec l'interposition d'un transformateur de façon à réserver la mise en série directe du stator pour le groupement de l'alternateur avec ses voisins. La représentation schématique est cependant plus simple sans transformateur.

Considérons le fonctionnement d'un alternateur série isolé. La marche rationnelle d'un semblable alternateur est toujours la marche rigoureusement synchrone Cette marche est assurée pour une charge inductive et une charge non inductive données par un calage très précis des balais. Mais l'alternateur série jouit d'une propriété remarquable. Dans une dynamo série, le calage des balais est théoriquement indépendant de la charge en ce sens que l'excitation croît comme le débit; dans un alternateur série, le calage des balais assurant la marche synchrone ne dépend que du cos φ du réseau. A cos φ constant, quelle que soit la charge, le calage des balais doit rester le même.

On peut, pour un cos φ déterminé, dresser facilement la caractéristique d'un alternateur série. Elle rappelle en tous points celle d'une dynamo série à courant continu.

J'ai montré comment dans l'alternateur shunt on devait considérer l'enroulement d'excitation du rotor inducteur comme étant en court-circuit franc par l'intermédiaire des balais et du réseau, et comment par suite l'action de cet enroulement supprimait les mouvements pendulaires de la machine en agissant comme amortisseur parfait. Il y a, dans l'alternateur série, un phénomène de la même nature. Le rhéostat d'excitation K étant construit de façon à avoir une résistance du même ordre que celle de l'enroulement, on voit que le rotor doit être considéré comme étant en court-circuit par l'intermédiaire des balais sur une faible résistance non inductive. On se trouve avoir ainsi réalisé pour les harmoniques le meilleur et le plus simple des amortissements.

Quant à la commutation on se trouve dans les conditions les plus avantageuses que l'on puisse réaliser puisque :

1° Le champ de la machine est approximativement fixe par rapport au rotor;

2° Les harmoniques du champ sont étouffés.

Dans une distribution à potentiel constant, on pourrait utiliser un alternateur à excitation série comme *survolteur* dans les mêmes conditions où l'on utilise pour cet usage, en courant continu des dynamos à excitation série. Dans le cas des hautes tensions, on fermerait à l'usine les enroulements montées en étoile des alternateurs principaux sur un alternateur série que l'on isolerait du sol. Le survolteur travaillerait au point neutre. C'est là une application industrielle de l'alternateur série que j'ai indiquée depuis longtemps à plusieurs constructeurs.

Le fonctionnement en moteur d'un alternateur à excitation série doit, par nature, s'exercer sur une distribution à intensité constante.

On maintient la marche synchrone et le facteur de puissance égal à l'unité à charge variable en agissant sur le rhéostat K qui shunte plus ou moins l'excitation et en touchant en même temps au calage des balais. Il est impossible de ne pas remarquer l'étroite analogie de ce réglage avec celui pratiqué par M. Thury dans ses moteurs série à courant continu sur les distributions à intensité constante. On connait « le réglage shunt combiné avec décalage des balais » de M. Thury. Il doit être appliqué à l'alternateur série polyphasé.

Un moteur à excitation série ne peut pas fonctionner en régime variable sur une distribution à potentiel constant. Pour le bien comprendre il suffit de remarquer que dans la marche à vide, le moteur travaillant à cos $\varphi = 1$, c'est-à-dire à inductance nulle, on serait obligé de protéger le moteur contre la tension du réseau par un rhéostat. L'introduction de ce rhéostat donnerait au moteur un rendement moyen détestable, et le moteur demanderait d'ailleurs une manœuvre continuelle de ce rhéostat pour assurer la marche toujours voisine du synchronisme (¹).

(¹) Voy. *L'Industrie électrique*, du 25 février 1902, n° 244, p. 00.

(¹) Le fonctionnement en moteur de l'alternateur *shunt* est, avons-nous vu dans le numéro précédent de *L'Industrie électrique*, essentiellement stable en ce sens que pour de grandes variations de

On connaît les avantages des distributions à intensité constante. M. Thury les a rendues pratiques en courant continu. M. Leblanc les a déjà prévues en courants alternatifs. Mais il ne sera peut-être pas inutile de faire remarquer que les distributions à intensité constante avec des *courants polyphasés* deviennent assez difficilement praticables. En effet, les appareils du réseau, transformateurs ou moteurs, doivent être, dans ces distributions, directement montées en série, et chaque appareil doit livrer passage aux conducteurs des diverses phases.

Il ne suffirait donc plus ici d'isoler les appareils du sol comme dans le système Thury. Il faudrait isoler les phases entre elles dans chaque appareil.

Les alternateurs polyphasés à excitation série, principalement au point de vue de leur fonctionnement en moteur, ne semblent donc présenter qu'un intérêt théorique.

On a pu se rendre compte, par le petit exposé que nous avons fait des alternateurs auto-excitateurs shunt et série, combien ces alternateurs ont de parenté avec les machines à courant continu. Si l'on tient compte de l'élément nouveau toujours apporté avec les courants alternatifs, à savoir l'effet inductif sur le réseau extérieur, on peut s'assurer que l'analogie entre ces deux sortes de machines est parfaite.

Les difficultés de couplage n'existent plus. Les difficultés de fonctionnement peuvent se reporter sur la commutation; mais on se rend compte combien la commutation, en ne portant plus que sur la puissance nécessaire pour l'excitation de la machine, se présente sous un aspect moins redoutable. Le seul fait de pouvoir traiter la partie de la machine qui porte le collecteur comme un inducteur, doit permettre de supprimer toute trace d'étincelles sur le collecteur. MARIUS LATOUR.

charge l'alternateur ne perd le synchronisme qu'à un glissement près. Le fonctionnement en moteur de l'alternateur *série* est au contraire absolument instable.

TRACTION A UNITÉS MULTIPLES

GÉNÉRALITÉS. — Il est très rare que l'application de l'électricité à la traction des trains de chemin de fer ou des métropolitains ait entraîné des modifications sérieuses de l'exploitation, et on s'est contenté le plus souvent de faire la remorque de ces trains par des locomotives électriques ayant exactement les mêmes fonctions et les mêmes inconvénients que les locomotives à vapeur.

La *double* ou *multiple traction* a cependant fait l'objet de quelques applications heureuses, dont les résultats seront examinés ultérieurement.

La première et la plus intégrale application de la traction multiple a été préconisée et faite par M. F. Sprague au *South Side Elevated* de Chicago, en 1897. Les avantages visés d'abord étaient surtout ceux qui devaient résulter de la grande augmentation d'adhérence, et dont M. F. Sprague a fait l'exposé détaillé dans sa communication à l'A. I. E. E. du 5 mai 1899; mais l'exploitation prolongée a permis de constater beaucoup d'autres avantages ou commodités appréciables en pratique.

D'abord l'adhérence des roues motrices à la voie est la condition *sine qua non* de l'accélération, et plus on l'augmente plus on peut élever la valeur de celle-ci, ce qui constituait un sérieux avantage des métropolitains et chemins de fer américains dans leur compétition ardente avec les tramways. La perfection de ceux-ci devait fatalement pousser au perfectionnement de ceux là.

Un autre avantage de la grande adhérence est dans l'économie qu'elle permet, en abrégeant la période d'accélération et en réduisant la vitesse maxima, pour une vitesse moyenne donnée. Avec une faible accélération en effet, on doit prolonger davantage la période accélératrice, le parcours correspondant n'est donc effectué qu'en un temps plus long, et on est obligé, pour réduire la durée totale de parcours, de pousser jusqu'à une vitesse maxima plus élevée. On freine ensuite à une vitesse relativement élevée, et on perd dans les freins toute l'énergie qui correspond à cette grande force vive.

Il est plus rationnel d'accélérer plus vite, et de profiter du temps gagné pour couper le courant et marcher quelque temps par vitesse acquise, avant d'appliquer les freins. On dissipe ainsi moins d'énergie dans les freins.

Enfin l'adhérence rationnelle est celle qui serait toujours proportionnée au poids variable p du train, desideratum impossible avec un trafic inégal effectué au moyen de locomotives. Le poids p' de celles-ci est déterminé, pour une accélération donnée, par la valeur du poids $P+p'$ du train, P étant le maximum à prévoir pour le poids utile, c'est-à-dire afférent aux voyageurs transportés; d'où dissipation de la fraction $\frac{p'}{p+p'}$ de l'énergie, d'autant plus grande que le poids p est plus loin de son maximum.

Si par exemple l'adhérence $= 15$ pour 100, cette fraction $= \frac{15}{100+15} = \frac{15}{115}$ à charge maxima.

$$\frac{15}{50+15} = \frac{15}{65} \text{ à } \frac{1}{2} \text{ charge utile,}$$

$$\frac{15}{25+15} = \frac{15}{40} \text{ à } \frac{1}{4} \text{ charge utile.}$$

Il est incontestablement préférable de déterminer p' pour la charge minima p_m, soit $\frac{1}{4}P$ par exemple. La fraction devient $\frac{15}{115}$ à $\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}$ et pleine charge, par l'emploi de 1, 2, 3 ou 4 tracteurs associés.

Ainsi l'adhérence et la puissance ne sont plus déterminées, dans ce système, par le poids maximum du train

à remorquer, avec le mauvais rendement qui en résulte pour toute autre charge. Elles sont approximativement proportionnées à la charge, le train étant constitué par un groupement d'unités indivises (automotrice et remorques), en nombre proportionné au trafic[1].

Enfin l'adhérence est encore plus économiquement obtenue si on incorpore à p' un poids utile, en remplaçant les fourgons locomoteurs par des automotrices à voyageurs.

L'adoption de l'électricité sur les chemins de fer facilite en effet l'emploi d'automotrices à voyageurs, puisque les équipements ne doivent pas atteindre une puissance bien considérable, et elle permet du même coup la commande individuelle ou collective des équipements.

Le problème à résoudre maintenant consiste à commander un pareil train par des manœuvres identiques, quelle que soit la composition des unités constituant le train et quels que soient le nombre et l'ordre de succession de ces unités dans le train. Nous examinerons successivement les solutions Sprague, Thomson-Houston, Auvert et Westinghouse et les applications qu'elles ont reçues

Les deux premiers systèmes sont à servo-moteurs électriques alimentés par la ligne; le troisième est à air comprimé et le quatrième fait appel à la fois à l'électricité et à l'air comprimé.

I. — Système Sprague

Généralités. — Le premier est peut-être le plus simple de tous à imaginer, mais sa réalisation pratique présentait beaucoup de difficultés que l'auteur a ingénieusement résolues.

L'idée de M. Sprague paraît avoir été de modifier aussi peu que possible les appareils de commande des équipements électriques, et de réaliser par servo-moteurs les manœuvres effectuées sur ces appareils par le mécanicien.

La régulation de marche la plus employée est la régulation série-parallèle, dans les équipements Sprague de l'Elevated de Chicago, aussi bien que dans les équipements ordinaires de tramway. Les figures 1 d'une part, 2 et 3 d'autre part représentent respectivement le combinateur du mécanicien de tramway et les combinateurs à servo-moteurs faisant les mêmes fonctions dans chaque équipement Sprague. Les fonctions principales sont l'inversion du sens de marche et la régulation de vitesse, par combinaison des moteurs et des résistances de démarrage. On sait que l'inversion se fait au moyen du cylindre commandé par la plus petite des deux manivelles du combinateur (à droite, figure 1), cylindre portant des segments conducteurs en regard de frotteurs fixes, qui peuvent effectuer simultanément, dans un sens ou dans l'autre, la mise en circuit des induits des deux moteurs.

On sait aussi que le grand cylindre de ce combinateur, commandé par la manivelle principale du mécanicien, met d'abord les deux moteurs en série, entre ligne et

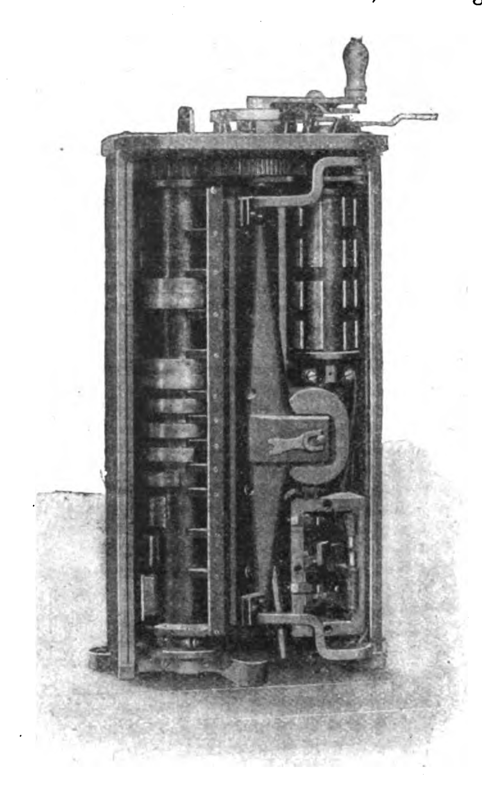


Fig. 1. — Combinateur.

terre, avec des résistances qui limitent l'afflux de courant, supprime graduellement ces résistances, puis groupe les moteurs en parallèle en rétablissant, en série avec l'ensemble, des résistances dont la valeur est ramenée progressivement à 0. La marche sans résistance en série et la marche sans résistance en parallèle sont les seules économiques et les seules auxquelles restent soumis les équipements en marche continue.

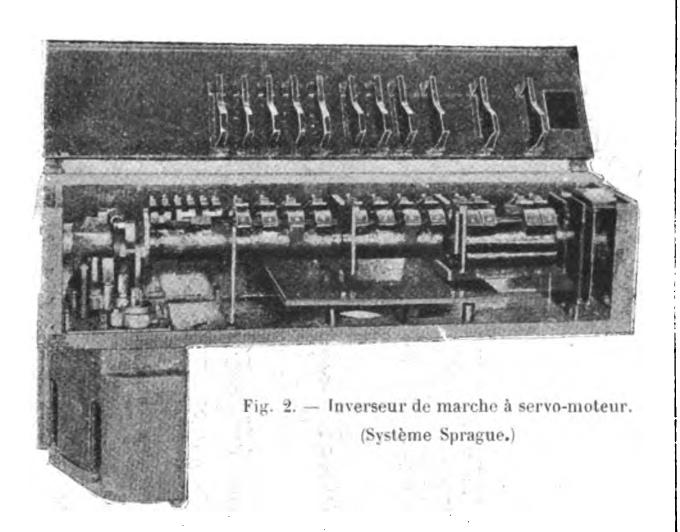
Les autres positions constituent les transitions nécessaires entre le repos et les deux régimes stables de vitesse. Ajoutons cependant que la transition est plus ou moins lente, au gré du mécanicien, suivant les accélérations de la voiture et les intensités admissibles dans les moteurs.

La réunion du cylindre inverseur et du cylindre régulateur de marche en un seul appareil, de manœuvre et d'accès faciles, donne le combinateur bien connu et d'usage universel représenté figure 1. L'enclenchement d'un cylindre par l'autre est fait mécaniquement de façon fort simple.

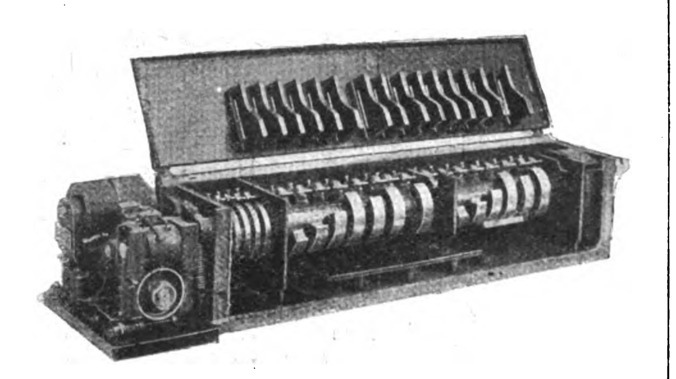
Inverseur et régulateur. — Le système Sprague sépare les deux cylindres pour les commander à distance : l'*inverseur* (fig. 2) au moyen de deux solénoïdes à plongeurs reliés par une chaîne passant sur une roue dentée.

[1] Ces considérations font d'ailleurs comprendre la dénomination appliquée par Sprague aux trains composés d'unités motrices associées : *multiple unit system*.

Le *regulateur* (fig. 3) au moyen d'un servo-moteur réversible, à mouvement de rotation marqué de temps d'arrêt très faibles à chaque cran de marche transitoire,


Fig. 2. — Inverseur de marche à servo-moteur. (Système Sprague.)

c'est-à-dire sur résistances, et à arrêts aussi prolongés qu'on le veut sur les deux crans de marche stable, c'est-à-dire de marche en série ou en parallèle sans résistances.


Fig. 3. — Régulateur série-parallèle à servo-moteur. (Système Sprague.)

Tout ce qui précède (figures et texte) est relatif aux équipements à deux moteurs du *Chicago Elevated*. Si l'on employait quatre moteurs par voiture, il faudrait les répartir par groupes de deux.

L'ensemble de ces deux appareils à servo-moteur, incomplètement asservis, remplit les fonctions de mécanicien sur chaque automotrice. La figure 4 en fait parfaitement comprendre le fonctionnement et la commande.

Circuits locaux et circuit général du train. — Cette figure représente une succession de plusieurs automotrices possédant deux moteurs et des résistances indépendantes (en pointillé), le circuit de ces moteurs se reliant individuellement à la terre et aux frotteurs du troisième rail de la voiture, sans passer nullement d'une voiture à une autre. L'inverseur est représenté schématiquement au centre, le régulateur de vitesse un peu au-dessus.

Pour leur commande sont ménagés, sur chaque automotrice, des relais qui assurent les mouvements et les enclenchements voulus des servo-moteurs. Ces relais reçoivent leur courant d'une ligne générale régnant dans toute la longueur du train, et sur laquelle sont branchés les postes de commande d'où le mécanicien peut avoir à manœuvrer le train.

Relais et appareil de commande. — Il faudrait au moins autant de relais qu'il y a de crans au contrôleur si l'arrêt à chaque touche était une nécessité, et si on imposait au mécanicien de commander cran par cran la marche du train. Sprague n'a pas cherché à le faire; laissant tourner le moteur du régulateur entre certaines limites imposées par le mécanicien, il a laissé à son système une automaticité relative, dont il a fait une de ses revendications et dont d'autres lui ont fait reproche. Bref, il a réduit les relais de commande du régulateur à trois principaux, qui sont : le relais de marche en série S, le relais de marche en parallèle P et le relais de rappel au zéro, R.

Il y a encore ajouté un relais limiteur de courant L et un relais automatique d'arrêt A.

Les trois premiers seuls sont représentés figure 4, par trois solénoïdes commandant des plateaux qui peuvent

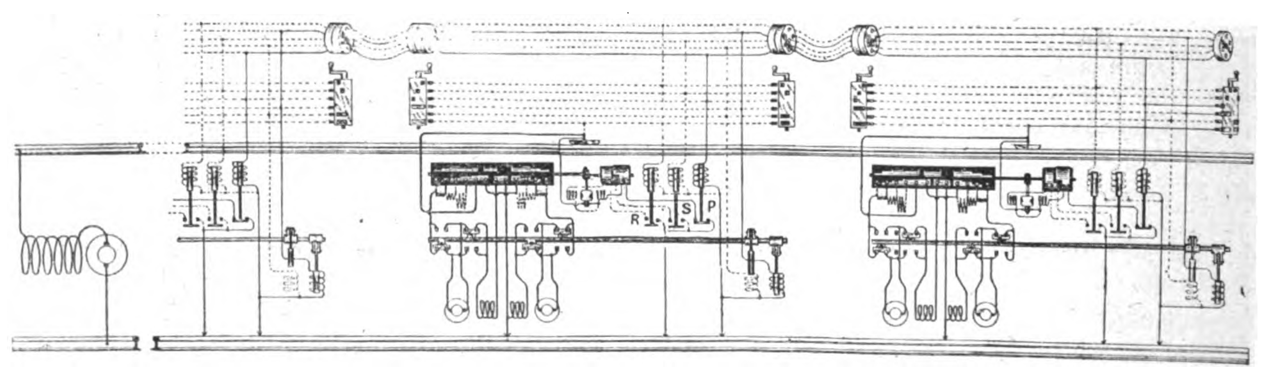


Fig. 4. — Schéma simplifié d'une succession d'automotrices Sprague à commande solidarisée. (Système Sprague.)

faire pont entre les touches d'interruption de trois circuits. Faisant pont entre les touches, les plateaux peuvent fermer les trois circuits.

Le premier S alimente le moteur-pilote à travers le cylindre découpé en prolongement de l'arbre du contrôleur, et, par suite, quand celui-ci a atteint la position

série sans résistance, l'interruption du circuit se fait à ce cylindre et provoque l'arrêt du moteur pilote. Faisons observer dès maintenant que l'arrêt instantané du moteur pilote exige l'emploi d'un frein. Ce frein est appliqué par un ressort à l'arbre du contrôleur; mais un solénoïde comprime ce ressort et maintient le frein desserré aussi

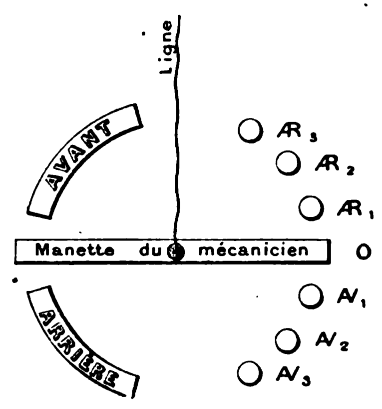


Fig. 5. — Commutateur multiple pouvant servir d'appareil de manœuvre. (Système Sprague.)

longtemps que ce solénoïde reçoit le courant du moteur-pilote.

Par mises en circuit successives du frein et du moteur, on arrive même à pallier, dans une certaine mesure, l'automaticité du système et à lui imposer l'arrêt en telle ou telle de ses positions transitoires.

Le relais de marche en parallèle P agit de même que le relais de marche en série qu'on vient de décrire; mais l'interruption de son circuit au cylindre régulateur se

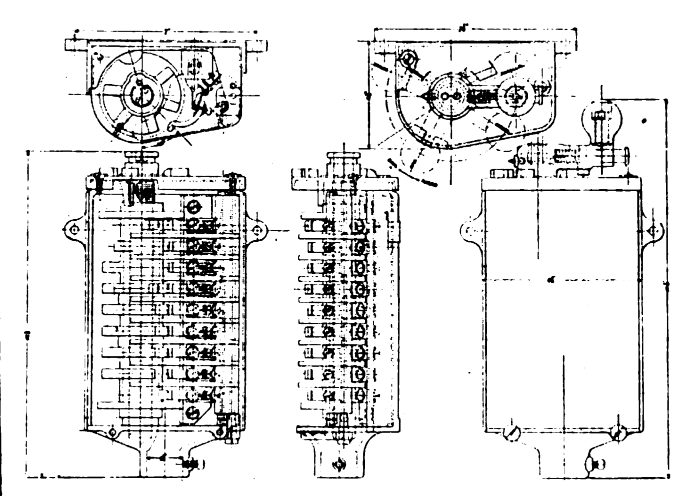


Fig. 6. — Appareil de manœuvre du mécanicien. (Système Sprague.)

fait par un segment plus long, qui ne perd contact qu'à la position en parallèle du cylindre.

Le relais de rappel au zéro R fonctionne quand le mécanicien lui envoie le courant et inverse le moteur-pilote, qui ramène au zéro son cylindre.

Nous examinerons les autres particularités des relais à l'aide des figures plus détaillées qui vont suivre. Mais

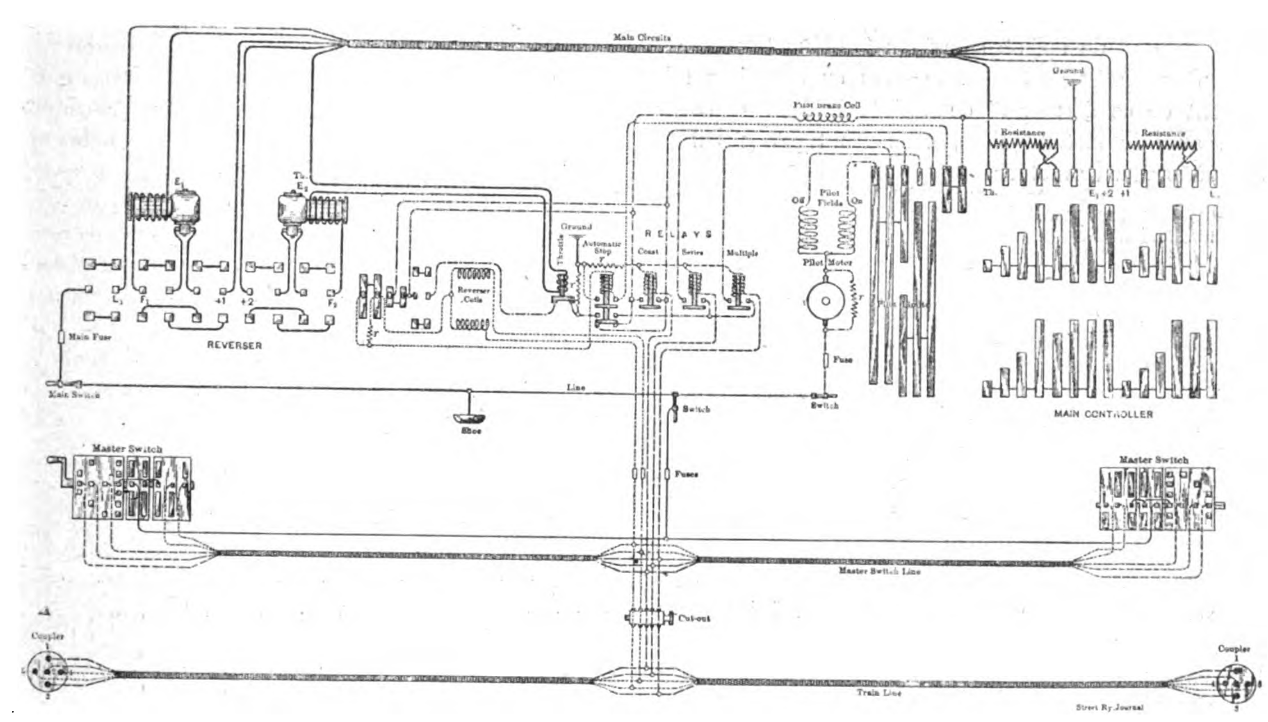


Fig. 7. — Appareils et câblage d'un équipement Sprague à deux moteurs. (Régulations série-parallèle.)

nous n'abandonnerons pas la figure d'ensemble 4 sans avoir examiné l'*appareil et le circuit de commande.*

Appareil et circuit de commande. — Dans la section de train représentée par la figure 4, chaque plate-forme porte un appareil de commande. Il doit donner la même direction de marche à toutes les voitures, c'est-à-dire alimenter l'une ou l'autre bobine de commande de l'in-

verseur. Déjà reliées à la terre par un de leurs pôles, il doit permettre de relier l'autre à la ligne. Les bobines de marche avant reçoivent le courant de commande du fil de marche avant du train, les bobines de marche arrière reçoivent le courant de commande du fil de marche arrière.

A chacun des trois relais principaux correspond aussi un fil, et l'ensemble des cinq fils constitue le câble de commande du train, représenté à la partie supérieure de la figure 4, passant d'une voiture à l'autre par l'intermédiaire de coupleurs multiples.

Quant à l'*appareil de commande* donnant les courants aux cinq fils, on conçoit qu'un très simple commutateur multiple comme celui de la figure 5 est tout ce qu'il faut. La figure 6 représente la forme un peu différente que Sprague lui a donnée.

Nous pouvons revenir maintenant aux relais déjà énumérés et en examiner d'un peu plus près le fonctionnement au moyen des figures 7 et 8.

Ces figures font parfaitement comprendre le fonctionnement des trois relais principaux sans qu'il soit besoin de commentaires. Restent les relais L et A.

Le *relais limiteur* L ou « *throttle* » est destiné, par précaution, à fonctionner automatiquement en cas de surcharge.

On voit qu'il est enroulé de quelques spires en série avec un des moteurs, et, pour la valeur limite du courant dans ce moteur, il élève son plateau et substitue (fig. 8) la bobine R de 1000 ohms à la résistance combinée de R et de l'électro de frein (70 ohms), ce qui a pour double effet de libérer le frein en supprimant le courant de ce dernier et de maintenir 1000 ohms en série avec le moteur-pilote, concourant par ces deux effets à arrêter ce moteur.

Relais automatique. — Le rappel au zéro par le relais R devient impossible en cas d'interruption de courant, puisque ce relais doit recevoir le courant et le donner au moteur-pilote. Il est vrai que le mécanicien pourrait, en toute éventualité de ce genre, ramener son appareil au zéro ; mais il faut s'affranchir de cette sujétion et rendre automatique et certain le retour au zéro, qui doit précéder toute reprise de courant par l'équipement.

C'est ce que réalise le relais automatique, dont on voit la bobine A (fig. 8) insérée entre l'inverseur et la terre. Ce relais coupe lui-même son circuit si le courant vient à faire défaut, et seul le retour au zéro du contrôleur lui rend le courant initial qui lui permet de refermer son propre circuit (par le plateau supérieur du relais) et celui de marche avant du moteur-pilote (par son plateau inférieur), qui fait d'ailleurs fonction de relais de rappel au zéro par les deux contacts inférieurs.

Il les rouvrira de nouveau dès que cessera l'action du courant dans sa bobine, soit en cas d'interruption de courant sur la ligne, soit en cas de retour au zéro de la manette du mécanicien.

Dans ce dernier cas, qui est le plus fréquent, son plateau inférieur abandonne les deux contacts supérieurs qui fermaient le circuit de marche avant du moteur-pilote, et réunit les contacts inférieurs qui ferment son circuit de marche arrière. Son plateau supérieur pratique enfin dans son propre circuit une rupture qui prévient tout nouveau démarrage avant le retour au zéro du contrôleur, celui-ci fermant le circuit à la terre par une dérivation ou « by-pass » (fig. 8).

Si tout courant vient à faire défaut sur la ligne, les disques du relais se déplacent de même. Mais le régula-

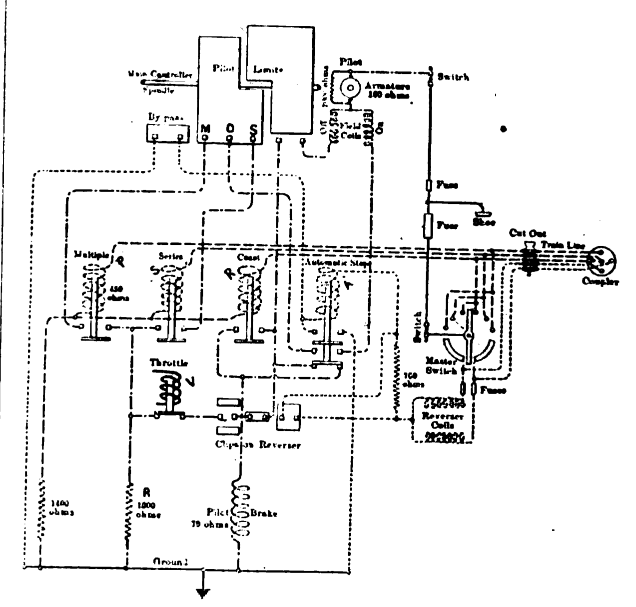


Fig. 8. — Diagramme explicatif des appareils et circuits de commande. (Système Sprague.)

teur, exigeant du courant pour revenir au zéro, ne peut y revenir de suite. L'inverseur fonctionne le premier et coupe le courant principal, sous l'action du ressort qui tend à le ramener à sa position centrale.

Au contraire, le régulateur est immobile jusqu'à ce que le courant soit rendu à la ligne. Il se remet alors automatiquement au zéro grâce à l'automatique, assure la remise en position de l'inverseur grâce au « by-pass » de circuit d'inverseur et d'automatique déjà signalé, et revient automatiquement, par l'action du relais série ou parallèle, à la position correspondante, si le mécanicien a laissé son commutateur en l'une ou l'autre de ces positions de marche.

On voit donc que les enclenchements nécessaires sont réalisés électriquement entre le régulateur et l'inverseur, au lieu de l'être mécaniquement comme dans le contrôleur de tramways.

Mais la particularité qui domine toutes les autres est l'automaticité relative du régulateur, automaticité qu'on ne retrouvera dans aucun des systèmes passés en revue par la suite.

P. L.

SUR LA COMMUTATION

(SUITE ET FIN[1])

DISCUSSION

On remarque qu'une dynamo qui ne fonctionne pas convenablement, en calant les frotteurs dans la ligne neutre théorique, se comporte bien dès que ces frotteurs sont rapprochés de la corne d'un des épanouissements polaires.

Nos formules font voir que la tension entre la lame et le balai à la fin de la commutation dépend, dans une machine donnée, de la force électromotrice induite dans les spires en court-circuit, et de l'intensité du courant débité.

Il peut se faire que pour un calage dans la zone neutre la force électromotrice e, induite par le champ de la réaction de l'armature et le courant débité I soient trop grands et conduisent à une tension $R_I i_I$ trop élevée.

En avançant les frotteurs vers un des pôles, on peut diminuer, et même annuler la force électromotrice e, et ramener par conséquent $R_I i_I$ à une valeur convenable.

En allant trop loin on inverserait la tension e, et des étincelles apparaîtraient à l'arrière du balai par suite de l'augmentation de $i_{III} R_{III}$ au commencement de la mise en court-circuit.

En déplaçant le balai vers l'autre pôle, on produit au contraire l'accroissement de e et la marche de la machine devient moins bonne. C'est bien ce que l'on constate.

Dans bien des dynamos, on ne peut, par une variation du calage, faire cesser les étincelles. Cela provient souvent, non pas d'une commutation défectueuse, mais d'un enroulement mal étudié.

Il arrive cependant que le nombre des ampères-tours de l'induit se trouvent supérieurs à ceux des inducteurs.

Dans ces conditions, le rapprochement des frotteurs du pôle, loin de réduire la grandeur de la force électromotrice e, ne fera que l'augmenter, en raison de la prédominance du champ de l'induit et de la diminution de la réluctance qui lui est opposée.

Nos équations indiquent en outre, que si même pour une force électromotrice e égale à zéro, la tension $i_I R_I$ est encore excessive, il pourra en être de même pour $i_{III} R_{III}$, de sorte qu'il ne sera pas possible d'éviter le crachement des balais par la variation de leur calage.

Tous les électriciens savent qu'en augmentant le débit d'une machine, on finit par amener la production d'étincelles au collecteur. Nos formules font voir que la tension $R_I i_I$ croît en effet avec I et avec e qui est proportionnel à I.

On constate aussi qu'en réduisant le champ d'une dynamo tout en maintenant le débit normal, on arrive fatalement à produire le crachement des balais.

Dans une génératrice, ce crachement se manifeste d'autant plus vite que les frotteurs sont plus rapprochés des pôles.

Le champ qui engendre e, étant alors la résultante des ampères-tours de l'induit et de l'inducteur, croît dès qu'on diminue l'excitation de ces derniers.

Les formules montrent que cet accroissement de e entraîne celui de $R_I i_I$.

Quand les balais peuvent rester en charge dans la zone neutre, l'excitation des inducteurs n'agit pas directement sur l'intensité du champ de l'induit, qui, dans ce cas, engendre à lui seul la force électromotrice e.

Cependant cette réduction de l'excitation des électros, en entraînant celle de l'induction dans les pôles, l'entrefer et le noyau de l'induit, augmente la perméance d'une partie du circuit des lignes de force du champ de l'induit. Ce champ se trouve alors renforcé, ce qui conduit à des accroissements de e et par conséquent aussi de $R_I i_I$.

Si cette réduction du champ a lieu dans une réceptrice, les étincelles apparaissent beaucoup plus facilement, car la force électromotrice e n'augmente pas seulement pour la raison que nous venons d'indiquer, mais encore parce que les conducteurs en court-circuit se meuvent plus rapidement dans le champ.

On sait en effet, que la vitesse d'une réceptrice se trouve accélérée par la réduction de l'excitation des inducteurs.

Lorsqu'on approche les frotteurs plus qu'il ne convient, d'un des pôles, la force électromotrice e change de signe et peut devenir suffisamment grande pour inverser le courant i_I.

Il y a formation de courants parasites sous le frotteur, ces courants parasites échauffent inutilement le collecteur et les balais.

Les formules indiquent que, dans ce cas, on doit craindre que des étincelles ne prennent naissance au commencement de la commutation, c'est-à-dire à l'arrière du frotteur.

Le produit $i_{II} R_{II}$ pour deux lames couvertes, ou $i_{III} R_{III}$ quand trois segments sont touchés simultanément, au lieu d'être proportionnel à la différence de deux termes, l'est alors à leur somme.

Les choses peuvent aller si loin que la tension $i_I R_I$ devienne elle-même trop élevée. Le crachement se manifeste alors aux deux extrémités du balai. Ce dernier s'échauffe outre mesure et peut être porté au rouge.

Nous voyons donc par ce qui vient d'être dit, que les relations finales auxquelles nous sommes arrivés permettent de tirer des conclusions qui sont bien vérifiées par l'expérience.

Lorsqu'on se trouve en présence d'une machine dont le fonctionnement des frotteurs n'est pas satisfaisant, il faut avant tout s'assurer que le défaut provient bien d'une commutation défectueuse, et non pas du mauvais état du collecteur, de vibrations, d'un défaut d'enroulement, ou d'un vice de construction des porte-balais.

---

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, du 25 févr. 1902, n° 244, p. 79.

La première chose à faire consiste à mesurer l'intensité du champ à l'endroit où se trouvent les côtés actifs des spires lors de leur mise en court-circuit. La position des balais définit exactement cet endroit.

Cette mesure peut s'effectuer facilement et avec suffisamment d'exactitude de la façon suivante. On enroule une quarantaine de spires, de fil de cuivre de 1 ou 2 dixièmes de millimètres de diamètre, sur une petite bobine d'exploration, constituée par quelques morceaux de fibre vulcanisée, et ayant par exemple les dimensions indiquées sur la figure 4.

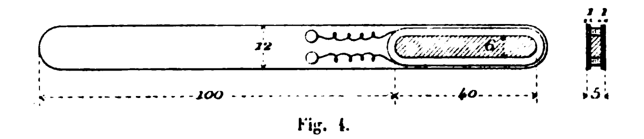


Fig. 4.

Il est nécessaire que cette bobine ne soit pas très large, 5 à 8 mm suffiront.

Après avoir relié cette bobine aux bornes d'un galvanomètre quelconque, on la place sur un des conducteurs en court-circuit, et on la retire brusquement. On note alors la déviation du galvanomètre, et on répète l'expérience plusieurs fois pour avoir une moyenne.

Il faut, naturellement, que la dynamo soit excitée normalement et que l'enroulement induit soit parcouru par le courant de régime. Afin d'éviter toute rotation, on immobilisera la machine par un moyen quelconque.

On interrompra ensuite le courant de l'induit et l'on placera la bobine sous l'épanouissement polaire de cette dynamo (ou d'une autre). On amènera, au moyen du rhéostat, l'excitation à une valeur telle qu'en retirant brusquement la bobine, le galvanomètre donne la même déviation que précédemment.

Connaissant l'excitation des électros et la largeur de l'entrefer, on pourra, après déduction approximative des ampères-tours nécessaires pour le reste du circuit magnétique, calculer la valeur de l'induction qui amène la déviation constatée du galvanomètre.

La largeur du noyau, sa vitesse périphérique, le nombre des côtés actifs en série composant la section en commutation, peuvent être pris sur la machine même.

Il sera donc facile d'évaluer la force électromotrice e dans la bobine en court-circuit, et de faire immédiatement usage des formules qui ont été données plus haut pour déterminer les tensions $i_I R_I$, $i_{II} R_{II}$ ou $i_{III} R_{III}$, entre les lames du collecteur et le frotteur au commencement et à la fin de la commutation.

Si les valeurs trouvées sont satisfaisantes, il y aura lieu d'examiner la construction de l'enroulement, l'état du collecteur, ou le fonctionnement des porte-balais.

Signalons en passant, et puisque l'occasion s'en présente, un défaut d'enroulement que nous rencontrons très souvent et auquel on ne fait pas toujours attention.

Dans les enroulements en tambour, formés par des bobines moulées, logées dans la denture du noyau, il arrive fréquemment que la distance entre les côtés actifs de la spire en court-circuit n'est pas toujours constante. La figure 5 donne un exemple d'une construction de ce genre où l'écartement des fils 1 et 1′ diffère de celui des conducteurs 2 et 2′.

Il arrive alors, et particulièrement dans les dispositions où la largeur des bobines n'est guère supérieure à celle de l'épanouissement polaire, et où la force électromotrice e est créée par la différence de deux champs très intenses,

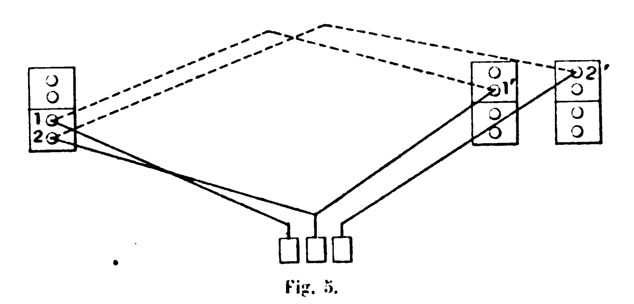


Fig. 5.

que la commutation soit satisfaisante pour la spire 1 — 1′ et absolument défectueuse pour la spire 2 — 2′.

Afin de faire mieux comprendre encore tout ce qui précède, et pour montrer comme il convient de faire usage des relations déduites plus haut, nous allons les appliquer à deux exemples pratiques.

Rappelons, pour commencer, les essais entrepris par M. Dettmar, mais qui furent publiés par nos soins dans ce journal [1], et qui font connaître la variation de résistivité du contact entre les lames du conducteur et les frotteurs en fonction de la vitesse périphérique, de la densité de courant et de la pression d'appui.

Indiquons, en outre, que ces expériences démontrèrent

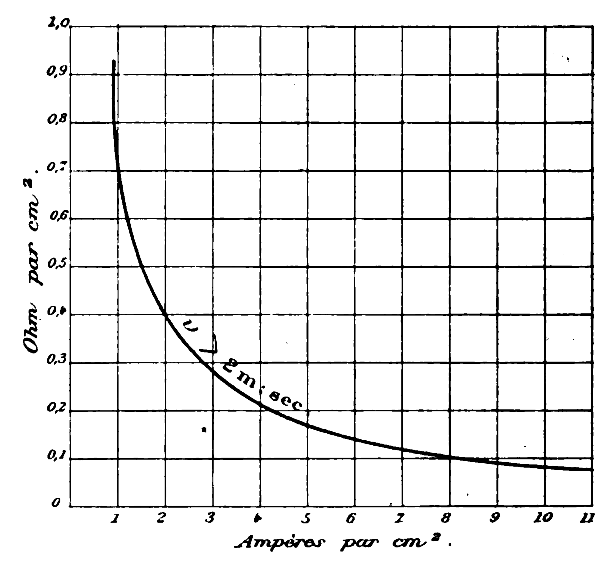


Fig. 6. — Variation de la résistivité du contact en fonction de la densité du courant sous le balai. — Charbon électrographitique bon conducteur. Qualité X. Le carbone.

qu'avec les frotteurs en charbon, la résistivité du contact est indépendante de la vitesse périphérique dès que cette dernière surpasse 2 mètres par seconde.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, 1900, nos 209, 210, p. 382 et 40.

M. Dettmar a étudié différents genres de balais métalliques, et deux qualités de frotteurs en charbon, l'une tendre et bien conductrice (charbon électrographitique, qualité X du *Carbonee*) et l'autre plus dure et plus résistante.

Comme les machines dont nous allons nous occuper étaient précisément munies de frotteurs en charbon électrographitique, qualité X du *Carbone*, et que la pression avec laquelle ils appuyaient sur le collecteur avait été faite égale à 135 grammes par cm² pour nous mettre dans les conditions mêmes des essais de M. Dettmar, nous nous servirons des résultats qu'il a trouvés et qui sont illustrés par la courbe de la figure 6.

EXEMPLES PRATIQUES

Premier exemple. — Réceptrice tétrapolaire de 220 volts, 112 ampères et 675 tours par minute.

8 frotteurs en charbon par axe.

Frotteurs de 10×20 mm de section d'appui, 2 axes.

Enroulements en série comportant 318 barrettes.

159 lames au collecteur.

Largeur des lames 4,25 mm.

Épaisseur du mica 0,5 mm.

Résistance de 4 barrettes $R_a = 0{,}00432$ ohm.

Résistance de chacune des connections reliant les lames aux segments du collecteur.

$R = 0{,}000072$ ohm.

$I = 56$ ampères.

Cette machine fonctionne très bien, même avec de fortes surcharges, et sans qu'il soit nécessaire de pousser les balais hors de la ligne neutre théorique.

Par une mesure, faite à l'aide de la bobine représentée par la figure 4, on a trouvé sur la ligne neutre, pour l'induction du champ, s'échappant de l'induit, ce dernier, de même que les inducteurs, étant parcourus par leurs courants de régime

$$\mathfrak{B} = 525 \text{ gauss.}$$

Le diamètre de l'induit étant de 40 cm, la longueur du noyau de 18,6 cm et le nombre des barrettes simultanément en court-circuit entre deux segments consécutifs se montant à 4, il vient, pour la force électromotrice e induite dans ces 4 barrettes,

$$e = 525 \times 4 \times 18{,}6 \times \pi \times 40 \times \frac{675}{60} \times 10^{-8} \text{ volts}$$

$$e = 0{,}55 \text{ volt.}$$

Supposons que, pour la position du balai représentée par la figure 7, on ait pour les résistivités au contact

$$r_0' = 0{,}07$$

$$r_0'' = 0{,}3$$

il viendra

$$R_I = \frac{0{,}07}{8 \times 2 \times 0{,}425} = \frac{0{,}07}{6{,}8} = 0{,}0103 \text{ ohm}$$

$$R_{II} = \frac{0{,}3}{6{,}8} = 0{,}0441 \text{ ohm.}$$

Comme deux lames seulement sont intéressées, le courant i_I sera donné par la formule

$$i_I = \frac{e + I\{Ra + 2R + 2R_{II}\}}{Ra + 2R + R_I + R_{II}}$$

$$i_I = \frac{0{,}55 + 56\,(0{,}00432 + 0{,}00014 + 0{,}0882)}{0{,}00432 + 0{,}00014 + 0{,}0103 + 0{,}0441}$$

$$i_I = \frac{5{,}74}{0{,}059} = 97{,}5 \text{ ampères}$$

la densité de courant au contact de la première lame est

$$\gamma_I = \frac{97{,}5}{6{,}8} = 14{,}3 \text{ ampères : cm}^2$$

et la résistivité r_0 correspondante prise dans la courbe de la figure 6

$$r_0 = 0{,}07$$

ce qui justifie notre hypothèse du début.

Il vient maintenant pour i_{II}

$$i_{II} = 112 - 97{,}5 = 14{,}5 \text{ ampères}$$

et pour la densité de courant au contact de la seconde lame

$$\gamma_{II} = \frac{14{,}5}{6{,}8} = 2{,}13 \text{ ampères : cm}^2$$

pour cette valeur la courbe donne

$$r_0'' = 0{,}37$$

Cette résistivité est sensiblement supérieure à celle admise pour commencer les opérations. On pourrait reprendre le calcul avec

$$r''_0 = 0{,}40$$

par exemple, mais c'est absolument inutile, car on trouverait pour i_I et pour i_{II} des intensités très voisines de celles auxquelles nous sommes arrivés.

La position illustrée par la figure 7 est celle qui correspond à la fin de la commutation.

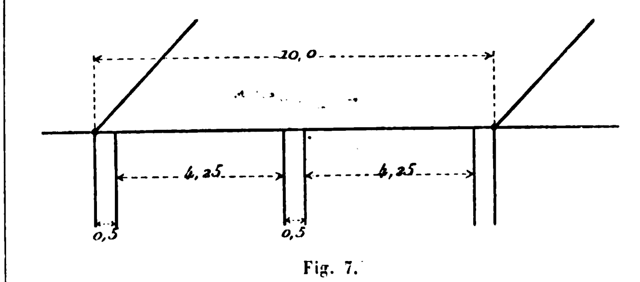


Fig. 7.

Mais on a dans le cas où le frotteur chevauche sur trois segments consécutifs pour la tension entre la pointe du balai et la lame qu'elle va quitter

$$i_I R_I = r_0' \gamma_I = \frac{e\{2D - B\} + IBC}{D};$$

mais nous venons de voir que dans la position actuelle :

$$r_0'' = 0,07$$
$$r_0''' = 0,4$$

nous aurons donc :

$B = 0,00432 + 0,000072 + 0,059 = 0,0634$ ohm

$C = 0,00432 + 0,00014 + 0,0206 = 0,0250$ ohm

$D = 0,00432 + 0,0103 + 0,00014 + 0,059 = 0,0737$ ohm

par conséquent :

$$i_1 R_1 = \frac{0,55\,(0,1475 - 0,0634) + 56 \times 0,0634 \times 0,025}{0,0737},$$

$$i_1 R_1 = \frac{0,1352}{0,0737} = 1,835 \text{ volt.}$$

Ainsi dans la machine dont nous nous occupons, la tension entre le segment et le balai, au moment où ils vont se quitter, est égale à 1,8 volt environ. Les crachements des balais ne commençant guère qu'avec 2,5 volts, cette tension est très modérée et explique pourquoi on peut, dans cette dynamo, augmenter beaucoup le courant I avant de faire naître des étincelles au collecteur.

Deuxième exemple. — Supposons que l'on ait une machine bipolaire établie dans les conditions suivantes :

Débit $2I = 100$ ampères;
Tension aux bornes 120 volts;
Cinq frotteurs par axe;
Deux axes;
Frotteurs de 20×15 mm;
Largeur des lames du collecteur 8,9 mm;
Largeur des lames de mica 0,5 mm;
Diamètre de l'induit 19 cm;
Largeur du noyau 26 cm;
Nombre de spires en série entre deux lames consécutives 2;
Nombre de tours de la machine 900 : m;
Enroulement en tambour;
Résistance de la section en court-circuit comprise entre deux lames consécutives :

$$R_a = 0,0022 \text{ ohm.}$$

Les spires aboutissent directement au collecteur de sorte que la résistance des connections

$$R = 0.$$

Le nombre des ampères-tours de l'induit compris entre l'axe du pôle et la zone neutre est, dans cette machine, de :

$$48 \times 50 = 3020.$$

En examinant sur les plans la répartition probable du champ qui s'échappe de l'induit, entre les épanouissements polaires, on arrive à conclure que l'induction de ce champ, à la périphérie de l'induit et dans la ligne neutre, doit être voisine de :

$$\mathcal{B} = 700 \text{ gauss.}$$

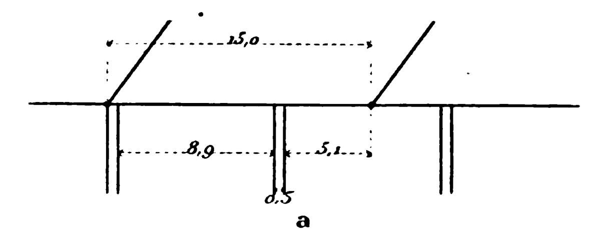
On en déduit aussitôt pour la force électromotrice induite dans les sections en court-circuit

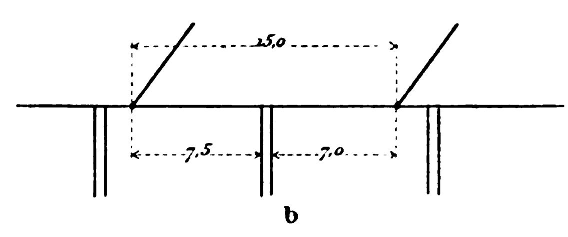
$$e = 700 \times 10 \times \pi \times \frac{900}{60} \times 4 \times 26 \times 10^{-8} \text{ volts,}$$

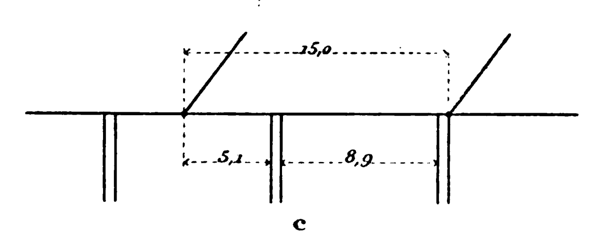
$$e = 0,65 \text{ volt.}$$

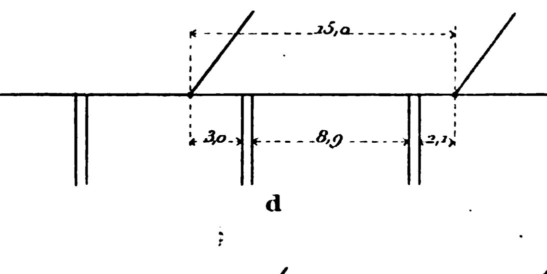
Cette valeur étant trouvée, il est facile de déterminer maintenant la variation du courant dans une lame de collecteur durant son passage sous le balai, ainsi que celle de l'intensité dans une section durant la commutation.

Si l'on prend les valeurs de la résistivité du contact dans la courbe de la figure 6, on aura pour la position *a*









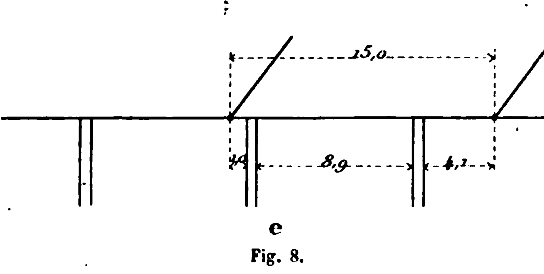


Fig. 8.

de la figure 8 dans laquelle deux lames seulement sont touchées par le frotteur

$$r_0' = 0,09 \qquad r''_0 = 0,6$$

$$i_I = \frac{e + I\{Ra + 2R_{II}\}}{Ra + R_I + R_{II}}$$

$$i_I = \frac{0,65 + 50\left(0,0022 + 2\frac{0,6}{5,1}\right)}{0,0022 + \frac{0,09}{8,9} + \frac{0,6}{5,1}} = 94 \text{ ampères.}$$

$$i_{II} = 100 - 94 = 18 \text{ ampères.}$$

Pour la position b on aurait de même :

$$r_0' = 0,08 \text{ ohm : cm}^2, \quad r_0'' = 0,55 \text{ ohm : cm}^2,$$

$$i_I = 90,0 \text{ ampères,}$$

$$i_{II} = 10,0 \text{ ampères.}$$

La position c donnerait avec

$$r_0' = 0,07 \quad \text{et} \quad r_0'' = 0,4$$

$$i_I = 87,0 \text{ ampères}$$

et

$$i_{II} = 3 \text{ ampères.}$$

Pour les cas d et e de la figure 8 il faudra se servir des relations déduites en admettant que le balai touche simultanément trois lames consécutives. Il viendra, pour la position d, avec :

$$r_0' = 0,07; \quad r_0'' = 0,2; \quad r_0''' = 1,0;$$

$$R_I = \frac{0,07}{3} = 0,0233 \text{ ohm;}$$

$$R_{II} = \frac{0,2}{8,4} = 0,0225 \quad -$$

$$R_{III} = \frac{1,0}{2,1} = 0,477 \quad -$$

d'où

$$A = 0,0022 + 0,0233 = 0,0255 \text{ ohm;}$$
$$B = 0,0022 + 0,4770 = 0,4792 \ -$$
$$C = 0,0022 + 0,0450 = 0,0472 \ -$$
$$D = 0,0022 + 0,0225 + 0,477 = 0,5017 \text{ ohm;}$$
$$E = 0,0225 \text{ ohm;}$$

et, par conséquent :

$$i_I = \frac{50 \times 0,4792 \times 0,0472 + 0,65\,(1,0034 - 0,4792)}{0,0255 \times 0,5017 + 0,0225 \times 0,4792}$$

$$i_I = 65 \text{ ampères;}$$

$$\gamma_I = \frac{63}{3}\,21 \text{ ampères : cm}^2;$$

$$r_0' = 0,07 \text{ ohm : cm}^2;$$

résultat qui concorde bien avec l'hypothèse faite au début. Si cette valeur de r_0' différait notablement de celle admise pour commencer le calcul, il y aurait lieu de reprendre les opérations.

Nous aurions de même pour i_{III} :

$$i_{III} = \frac{50 \times 0,0255 \times 0,4792 - 0,65\,(0,045 + 0,0255)}{0,0255 \times 0,5017 + 0,0255 \times 0,4792};$$

$$i_{III} = 1,8 \text{ ampère;}$$

$$\gamma_{III} = \frac{1,8}{2,1} = 0,86 \text{ ampère : cm}^2;$$

$$r_0''' = 1,0 \text{ ohm : cm}^2;$$

les valeurs pour i_I et i_{III} font connaître i_{II} :

$$i_{II} = 100 - 63 - 1,8 = 35 \text{ ampères;}$$

$$\gamma_{II} = \frac{35}{8,9} = 3,94$$

$$r_0'' = 0,2 \text{ ohm : cm}^2.$$

La position e conduirait à

$$r_0' = 0,07; \quad r_0'' = 0,1; \quad r_0''' = 0,9 \text{ ohm : cm}^2;$$

$$i_I = 22,5 \text{ ampères;}$$
$$i_{II} = 75,5 \quad -$$
$$i_{III} = 2,0 \quad -$$

A l'aide du croquis a de cette figure 8 on peut évaluer finalement la tension entre le balai et la lame à la fin de la commutation. Il vient, en effet, en reprenant pour r_0'' et r_0''' les valeurs déjà trouvées :

$$r_0' = 0,07 \text{ ohm : cm}^2; \quad R_I = \infty;$$

$$r_0'' = 0,09 \quad - \quad R_{II} = \frac{0,09}{8,4} = 0,0101 \text{ ohm;}$$

$$r_0''' = 0,6 \quad - \quad R_{III} = \frac{0,6}{5,1} = 0,1177 \quad -$$

$$B = 0,1199 \text{ ohm;}$$
$$C = 0,0224 \ -$$
$$D = 0,1522 \ -$$

$$R_I i_I = \frac{0,65\,(0,2644 - 0,1199) + 50\,(0,1199 \times 0,0228)}{0,1522};$$

$$R_I i_I = 1,73 \text{ volt.}$$

Cette valeur nous indique que l'on peut compter pour toutes les charges sur un fonctionnement sans étincelle au collecteur, avec un calage absolument fixe dans la zone neutre théorique.

Il est facile de construire, à l'aide des résultats précédents, la courbe de la figure 9 qui donne la variation de

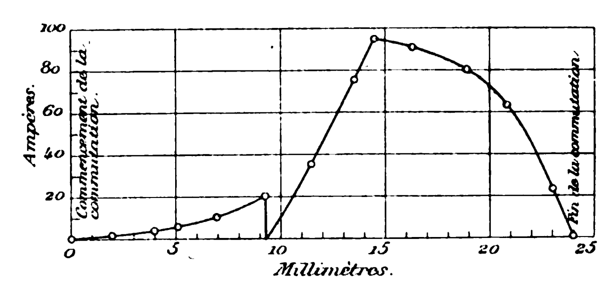


Fig. 9. — Variation du courant à travers chaque segment du collecteur durant son passage sous le frotteur.

l'intensité à travers chaque lame du collecteur durant son passage sous le frotteur, et la figure 10 qui montre clairement comment s'effectue l'inversion du courant dans les spires en commutation.

Remarquons pour terminer que des expériences et des calculs nombreux nous ont fait voir que la formation des étincelles aux balais commence à se produire dès que la tension $R_i i_1$, atteint ou dépasse 2,5 volts, au moment où le frotteur quitte la lame.

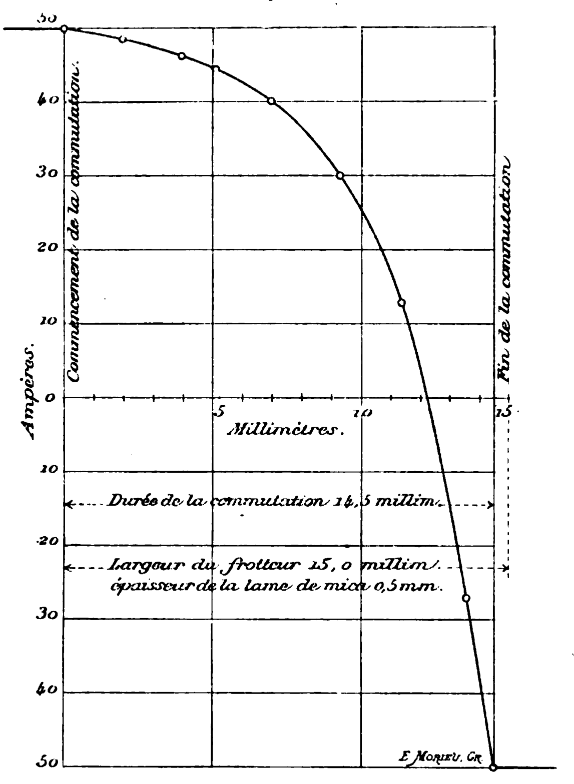


Fig. 10. — Variation du courant dans les spires durant la commutation.

Tout ce qui vient d'être dit sur la commutation étant très simple, nous laissons au lecteur le soin d'étendre cette étude au cas exceptionnel où le balai chevauche simultanément sur quatre ou même cinq lames consécutives.

Boy de la Tour.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

La distribution de l'énergie électrique à Liverpool. — L'ingénieur électricien municipal, en soumettant les devis pour 1902, à la Commission de l'éclairage électrique du Conseil municipal, annonça que la production d'énergie électrique pendant l'année passée avait été de plus de 20 millions de kw-h, et a, comme il croit, excédé celle d'aucune autre entreprise électrique du Royaume-Uni. Il y a eu une augmentation rapide de la distribution de plus de 5 millions jusqu'à plus de 20 millions de kw-h, pendant les derniers quatre ans, et le nombre de voitures de tramways en service s'élève à plus de 380 contre 259 au commencement de l'an dernier. Cette entreprise municipale sera peut-être dans l'avenir une des plus grandes du monde.

La cité est essentiellement idéale pour la traction et l'éclairage électrique, car elle a beaucoup de collines et s'étend à plus de 10 km le long de la rivière Mersey.

Le Syndicat des électriciens. — Il y a quelques jours, il y eut une réunion d'entrepreneurs de Liverpool et des environs dans le but de former une association commerciale. M. Bland, de Newcastle, président de la section du nord de la Société nationale de constructeurs électriciens, fit un discours très intéressant sur les statuts de cette Société. Une discussion a suivi, principalement sur le préjudice causé par la concurrence que fait le conseil municipal de Liverpool, et aussi pour protester contre les manufacturiers et les maisons qui fournissent des marchandises et qui font des remises ou escomptes à des personnes qui ne sont pas des représentants légitimes. On a décidé, à l'unanimité, que les entrepreneurs présents à la séance formeraient le noyau d'une Société qui doit être affiliée à la section nord et qu'on appellera la *Liverpool and District Association of Electrical Contractors*. On a nommé un président et un comité de 20 personnes pour diriger les affaires. Ceci est une indication de ce qu'on fait partout dans le pays afin de supprimer l'abus des remises à des personnes comme les ingénieurs-conseils, etc., qui n'y ont pas droit.

Les Compagnies de chemins de fer et la concurrence des tramways électriques. — Les Compagnies de chemins de fer éprouvent une crainte considérable à cause de l'extension très rapide des tramways électriques qui s'étendent à travers les campagnes.

En parlant à une réunion récente de la *London and South Western Railway C°*, le président a rappelé la concurrence des tramways électriques. Il dit que le fait s'accusait par la diminution du trafic de la troisième classe ; leur Compagnie, comme les autres Compagnie de chemins de fer, souffrait de la concurrence des tramways électriques dans les quartiers excentriques, non seulement de Londres, mais des autres grandes villes. Une telle concurrence était inévitable avec les progrès de la traction électrique ; mais on devrait limiter cette concurrence aux quartiers très habités, et ce ne serait pas raisonnable de la laisser s'étendre plus loin que les faubourgs, où elle ne tarderait pas à créer une concurrence très importante. Les quartiers en dehors des faubourgs avaient été construits par le chemin de fer, qui avait dépensé des millions afin de fournir des facilités de transports au public, et qui avait tracé même des routes, tandis que les impôts payés par la Compagnie avaient, en grande partie, fourni les fonds au moyen desquels avaient été construites les routes dont les tramways demandent maintenant l'emploi libre. La Compagnie faisait certaines réductions dans les prix, et elle espérait en profiter; mais cette partie de leur perte, qu'ils ne pouvaient pas bien regagner ou même empêcher de s'augmenter, résultait du mouvement entre les stations des faubourgs, qu'on ne pouvait pas empêcher d'être desservi par un service régulier de tramways tout le long de la route.

En effet, après avoir jusqu'à présent négligé les voyageurs pour les marchandises, on suggère maintenant qu'on ne devrait pas permettre la concurrence inévitable. Les chemins de fer sont très puissants, mais, dans cette affaire, le public sera probablement le plus fort, à cause de la popularité des tramways électriques.

Un bateau électrique pour Durban. — Les commandes pour le Sud de l'Afrique commencent à arriver, spécialement pour les machines électriques. Parmi les récentes commandes, le gouvernement de Natal a passé avec la *Thames Valley Launch C°*, de Weybridge, une commande pour une barque électrique de 10 mètres de longueur. Il faut que la barque puisse supporter une mer mauvaise et puisse aller assez loin et assez vite avec une charge. Elle sera équipée de l'appareil breveté de Rowland Edward, qui réunit en une roue ou un levier le contrôleur de courant et le gouvernail.

Cette invention figurera à l'exposition de bateaux qui sera bientôt inaugurée à Earl's Court. Les accumulateurs seront munis de connections inattaquables, qui sont à l'épreuve de l'acide et qui forment un joint parfait. Si on la trouve satisfaisante, on espère fournir encore des barques électriques.

Une grande commande pour un tableau de distribution. — MM. Ferranti, qui se sont récemment distingués pour leurs tableaux, ont obtenu du conseil municipal de Manchester un des plus grands marchés pour tableau qu'ait jamais donné une municipalité anglaise. Le marché comprend la fourniture d'un tableau de distribution pour une puissance de 12000 chevaux, qui sera élevé à la nouvelle station de Stuart Street, et on aura besoin aussi d'appareils complets pour basse et haute tension pour dix sous-stations, dans lesquelles on placera des moteurs-générateurs pour la traction et l'éclairage.

Pour obtenir des commandes d'une telle importance, MM. Ferranti, depuis quelque temps, ont réalisé des perfectionnements non seulement en améliorant la construction de l'appareillage pour les stations sur une grande échelle, mais aussi en étendant leurs propres facilités de construction. Déjà l'atelier d'appareillage s'est agrandi à de telles dimensions, qu'il a besoin d'une grande usine pour lui tout seul, et un bâtiment à part est en train d'être installé avec les machines les plus modernes et tous perfectionnements pour assurer une production rapide et à bon marché.

Cette nouvelle usine pour l'appareillage occupera plus de 500 ouvriers, et on pense qu'elle sera prête, pour l'exploitation, vers la fin du mois. Alors cette maison sera bien préparée pour exécuter les grandes commandes d'appareils qui seront nécessaires pour les grands projets de transmission de force demandés jusqu'à présent aux maisons de l'étranger, non parce que leurs marchandises sont supérieures, mais parce que leurs prix sont plus bas.

Quant à la qualité, personne ne nous a dépassés, et maintenant la production sera peut-être à bon marché aussi bien que de bonne qualité.

Le chemin de fer central de Londres. — Afin de diminuer le nombre d'accidents sur cette ligne, la Compagnie a creusé le sol entre le rail central et la ligne la plus rapprochée des plateformes.

Maintenant, si quelqu'un tombe sur la ligne, il pourra, si un train s'approche, se mettre hors de danger en se baissant dans l'enfoncement au-dessous de la ligne. Par ce moyen, il est aussi probable qu'on évitera des tentatives de suicide, car dans le cas où une personne se jetterait résolûment devant le train, il y aura quelques chances pour qu'elle tombe entre les rails, dans la cavité, au lieu de rester sur les rails. On a adopté ces mesures de préférence à une proposition tendant à placer un garde-corps léger au bord de la plateforme.

Un nouveau navire pour la pose des câbles. — On vient de lancer dans le fleuve Tyne le nouveau bateau à vapeur pour câbles « Colonia » construit sur la demande de la *Telegraph Construction and Maintenance C°*, dans le but d'installer les câbles télégraphiques sous-marins. Ce vaisseau, qui peut porter près de 5000 km de câbles en quatre grands réservoirs construits dans sa cale, est le plus grand bateau pour câbles. Il a une longueur de 150 m, une largeur de 18 m et une hauteur de 12 m.

Lorsqu'il sera fini, il déplacera 10 000 tonneaux à une vitesse de 16 km par heure. Il a un avant surplombant la mer et un arrière elliptique, dont tous les deux seront équipés de l'appareil nécessaire et des mâts à quatre poteaux avec un grèement de l'avant à l'arrière. Les machines de propulsion consistent en deux machines à triple expansion qui fonctionneront à une pression de 155 kg par cm^2. Comme il faut que le vaisseau puisse être utilisé dans tous les climats, on a apporté une attention toute spéciale à la ventilation, qui est parfaite. Le chauffage est à la vapeur et l'éclairage à l'électricité. Lorsqu'il sera fini, le « Colonia » ira dans le Pacifique pour installer le câble de Vancouver à Tanning Ile au milieu du Pacifique, d'où on le continuera à New Zealand. Le projet actuel est d'achever le cercle de câbles autour du monde, câbles possédés par la Grande-Bretagne et placés sur des points qui tous sont sous le dominion britannique. C. D.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 10 février 1902.

Radioconducteurs à contact unique. — Note de M. Édouard Branly. — La première observation des radio-

conducteurs à un seul contact a paru en 1891 aux *Comptes rendus* (¹) dans les termes suivants :

Deux tiges cylindriques de cuivre rouge sont oxydées dans la flamme d'un bec Bunsen, puis elles sont superposées en croix, chargées de poids pour éviter les variations par trépidations et reliées respectivement aux bornes d'une branche d'un pont de Wheatstone. La résistance principale de cette branche réside dans les deux couches d'oxydes en contact. Une mesure prise au hasard parmi un grand nombre accusait une résistance de 80 000 ohms avant les étincelles d'une machine électrique indépendante (²); cette résistance passait à 7 ohms après les étincelles. Un effet analogue est obtenu en superposant deux tiges d'acier oxydées ou une tige d'acier et une tige de cuivre, toutes deux oxydées....

Ces essais étaient la conséquence naturelle de mes expériences sur les limailles; ils réalisaient des contacts élémentaires. Le tube à limaille s'était présenté le premier, parce qu'il résultait d'expériences faites d'abord avec des verres platinés, puis avec des plans de verre ou d'ébonite métallisés par des poudres conductrices. Les contacts multiples avaient abouti au contact unique.

Ayant eu connaissance de mes expériences à la fin de 1892, M. Lodge (³) les a répétées et a fait aussi usage d'un contact unique : aluminium et fer, mais il n'a pas mentionné l'état des surfaces. Si l'aluminium et le fer étaient oxydés, comme ils devaient l'être s'ils n'avaient pas subi de préparation spéciale, on se trouvait dans les conditions rappelées plus haut; mais le contact pouvait encore offrir une résistance importante disparaissant par l'étincelle si les surfaces avaient été parfaitement nettoyées, l'aluminium et le fer appartenant au deuxième groupe dans mon classement des métaux en deux groupes, au point de vue de la résistance au contact.

D'autres expérimentateurs ont plus tard opéré avec un contact unique : par exemple MM. Boulanger et Ferrié; ils se sont spécialement servis de zinc (⁴), métal du premier groupe, mais « recouvert de la couche d'oxyde qu'il acquiert naturellement quand il est exposé à l'air ».

A l'influence de l'oxydation est venue s'ajouter l'influence du poli. Mes radioconducteurs à billes métalliques, très sensibles, consistaient en billes d'acier trempé, bien polies, fabriquées industriellement pour les roulements dans les automobiles et les vélocipèdes. Mes radioconducteurs, à disques métalliques plans, bien dressés et superposés, offraient une résistance d'autant plus forte que les surfaces en contact étaient mieux polies; cette résistance devenait énorme avec des disques d'aluminium poli ou d'acier poli (poli par M. Pellin ou par M. Duplouich). Le poli paraissait remplacer une couche d'oxyde.

Utilisant tour à tour ou simultanément les effets de l'oxydation et du poli, j'ai effectué depuis plusieurs mois de nouveaux essais; ils permettent de réaliser des conditions assurant au contact unique les qualités qui lui manquaient, c'est-à-dire une grande régularité associée à la sensibilité. J'emploie des métaux d'abord nettoyés et polis, puis recouverts d'une très légère couche d'oxyde par un séjour de durée réglée dans une étuve à air chaud de température connue. Bien que le contact *métal oxydé-métal oxydé* et aussi les contacts *métal oxydé-métal net* et *métal poli-métal poli* donnent souvent de bons résultats, jusqu'ici je donne la préférence au contact *métal oxydé-métal poli.*

La description d'un appareil facilitera mon exposé.

Trois tiges métalliques, de même nature, parallèles et verticales, de 2 mm de diamètre environ, sont réunies à leur partie supérieure par un disque qui les relie à l'un des pôles d'un élément de pile; les extrémités inférieures des tiges, de diamètre un peu réduit, nettoyées, polies, puis oxydées comme il a été dit, reposent *librement* sur un plan d'acier poli, relié au second pôle de l'élément de pile. On a ainsi trois contacts semblables (*métal oxydé-acier poli*) associés en quantité, sur lesquels se répartit le poids du trépied et qui peuvent se suppléer. La conductibilité s'établit sans antennes par une très faible étincelle à plus de 30 m (des tubes à limaille, très sensibles, n'étaient pas impressionnés régulièrement à cette distance). Un grand nombre de métaux paraissent pouvoir être ici employés; j'ai obtenu des résultats constants, sans effets capricieux, particulièrement avec des tiges de fer, acier fondu, acier laminé, acier trempé, aluminium, argent, cuivre, nickel, zinc, etc.

Si l'on posait sur le plan d'acier poli plusieurs trépieds à contacts inférieurs oxydés, on formerait une sorte de tube à limaille à contacts *en quantité* (et non *en série* comme dans le tube usuel). Les contacts imparfaits ne touchent ici qu'une électrode; dans le tube à limaille, ils en touchent deux.

Comme je l'ai fait remarquer à diverses reprises, une grande sensibilité exige souvent une faible tension. Suivant l'épaisseur de la couche d'oxyde, j'ai employé pour le circuit du radioconducteur deux tensions différentes : 1 volt (élément Daniell) ou $\frac{1}{2}$ volt (élément Dobilly).

En variant le poids du trépied, la tension de l'élément, la résistance du circuit, on obtient à circuit fermé le retour à la résistance par un très léger choc.

Le circuit était constitué de la façon suivante : élément Daniell, trépied radioconducteur, résistance additionnelle intercalée et galvanomètre, *ou bien* : élément Daniell, trépied radioconducteur, résistance additionnelle et relais peu sensible.

J'aurais attendu pour publier ces résultats que d'autres dispositifs, actuellement à l'étude, fussent parvenus à un fonctionnement régulier, si la Communication de M. Fényi, insérée dans les *Comptes rendus* de la séance du 27 janvier dernier, n'avait appelé l'attention sur le bon emploi de radioconducteurs à un seul contact.

En reproduisant les expériences de M. Fényi, j'ai trouvé commode de disposer en trépied trois aiguilles à coudre verticales et parallèles dont les têtes reposaient sur un plan d'acier poli (force électromotrice, $\frac{1}{2}$ volt pour les aiguilles à coudre que j'ai employées); le résultat était le même avec trois aiguilles à tricoter disposées aussi

(¹) Édouard Branly, *Variations de conductibilité des substances isolantes. Comptes rendus*, 12 janvier 1891.

(²) Dans le *Bulletin des séances de la Société de physique* (avril 1891) j'ai ajouté pour plus de clarté : *fonctionnement à quelques mètres de distance.*

(³) *The Work of Hertz*, by prof. Oliver Lodge, p. 22.

(⁴) *La Télégraphie sans fil*, par MM. Boulanger et Ferrié, p. 107.

verticalement en trépied (force électromotrice de la pile, 1 volt).

Application des galvanomètres thermiques à l'étude des ondes électriques. — Note de M. L. de Broglie, présentée par M. Potier. — Je me suis proposé de rechercher [1] dans quelles circonstances les ampèremètres thermiques pourraient être appliqués à l'étude de la télégraphie sans fil.

Poste transmetteur. — C'était le poste de télégraphie sans fil du *Saint-Louis*, muni d'une antenne A de 24 m, suspendue par des bâtons isolants et reliée, comme à l'ordinaire, à l'éclateur de la bobine dont l'autre pôle est à la terre. On pouvait intercaler de plus, entre la base de l'antenne et la bobine, un certain nombre de spires de fil de laiton de 30 cm de diamètre.

Poste récepteur. — Le poste récepteur, situé sur l'arrière du précédent, à une trentaine de mètres, était muni d'une antenne B, également suspendue verticalement et reliée, par son extrémité inférieure, à l'une des bornes du milliampèremètre, l'autre borne de cet instrument étant réunie à la terre par un fil court. On pouvait à volonté intercaler, entre la base de l'antenne et l'instrument, un nombre quelconque de spires constituées par du fil d'amorce enroulé en tours serrés sur un noyau en bois de 5 cm de diamètre.

Si l'on émet par l'antenne A avec une intensité convenable, on constate, au poste récepteur, une déviation de l'instrument accusant les effets d'induction dont l'antenne B est le siège. Cette déviation varie avec le nombre de spires ajoutées à l'antenne de réception; elle croît d'abord et décroît ensuite en passant par un maximum très considérable et très net, sensible à une spire près.

Si l'on ajoute un certain nombre de spires à l'antenne A d'émission, on constate au poste récepteur que le nombre de spires correspondant à l'indication maxima est augmenté. Cette augmentation est sensiblement proportionnelle au nombre de spires ajoutées à l'émission; avec les chiffres cités plus haut, il fallait compter 5 tours de plus à la réception par tour ajouté à l'émission.

La valeur du nombre de spires à ajouter à l'antenne de réception pour obtenir la réception maxima peut donc caractériser l'onde émise avec une certaine précision.

Recherche des circonstances qui peuvent modifier l'onde à son émission. — Il a été constaté que :

a. En faisant varier la longueur d'étincelle de 1 cm à 6 cm, le nombre des spires caractérisant la réception maxima ne variait pas. L'intensité du maximum variait dans la proportion de 100 à 400.

b. En faisant varier le nombre de spires ajoutées à l'antenne d'émission.

Le nombre de spires correspondant à la réception maxima varie dans les conditions précédemment indiquées; la valeur du maximum varie un peu; elle est généralement plus forte pour quelques tours ajoutés que lorsqu'il n'y en a pas; mais elle décroît sensiblement quand le nombre ajouté devient un peu fort, à partir de 15 par exemple.

c. En employant des antennes d'émission différentes mais de même longueur, par exemple un fil simple, une antenne à quatre branches, une antenne partiellement composée d'un treillis métallique.

Le nombre de spires correspondant à la réception maxima varie; il est plus considérable pour les deux dernières antennes que pour la première, ce qui se comprend.

L'intensité du maximum est toujours susceptible d'acquérir une valeur considérable au moment de l'accord. L'émission paraît un peu plus énergique dans le cas où l'antenne présente une certaine surface.

d. En faisant varier la nature de la bobine (Ducretet ou Rochefort), la vitesse et le réglage de l'interrupteur (à condition que l'étincelle reste franche), on n'a pas pu constater de variations dans les effets observés au poste récepteur.

e. Il a été également vérifié qu'on pouvait indifféremment remplacer les spires de réception par un allongement de l'antenne de réception; il fallait compter environ 75 cm de fil non enroulé pour remplacer une spire de 15 cm de circonférence.

Cas où l'on trouve plusieurs maximums successifs. — L'antenne d'émission est remplacée par un long fil de 40 m de long, la réception restant identique.

On trouve, en faisant varier les spires ajoutées à la réception et en considérant les variations correspondantes de l'aiguille du galvanomètre thermique, deux maximums séparés par un minimum, la valeur absolue du plus considérable de ces maximums étant d'ailleurs inférieure à celle observée dans le cas précédent.

L'émission étant reprise dans les conditions primitives, on hisse de nouveau le long fil dont il vient d'être question et l'on réunit sa base à la coque. Si l'on approche ce *point de terre* de l'antenne d'émission, à partir de 5 à 6 m, l'émission ressemble à celle que donne le grand fil; il y a tendance à la formation de deux maximums, qui deviennent nets quand l'extrémité du grand fil est à moins de 2 m de la base de l'antenne émettrice.

Influence de la nature de l'antenne de réception. — On a successivement constitué l'antenne de réception par un conducteur simple, une antenne multiple et une antenne à filet métallique; dans ces différentes conditions, il a été constaté que :

L'antenne simple est de toutes les antennes de réception celle qui demande le plus de spires additionnelles pour être accordée sur un ton donné d'émission;

Avec une antenne multiple ou une antenne à treillis métallique, il fallait de 12 à 25 spires de moins;

La valeur de l'indication maxima était sensiblement plus forte dans ces deux derniers cas.

Phénomènes observés en employant à la réception deux enroulements primaire et secondaire. — Si, dans les expériences précédentes, on enroule autour des spires ajoutées

[1] Les instruments employés sont construits chez M. Gaiffe.

à la réception un certain nombre de tours du même fil, on constate qu'en réunissant les deux extrémités du secondaire ainsi obtenu, tout se passe comme si l'on enlevait à l'enroulement primitif autant de tours qu'on est venu en enrouler sur lui.

En cherchant à placer l'instrument thermique sur le secondaire, on constate un effet identique; la réaction d'un secondaire fermé sur le primaire revient à enlever à ce dernier une self-induction égale à celle du secondaire.

Enfin, le galvanomètre peut également être placé en dérivation sur une self-induction quelconque, mais son indication reste sensiblement indépendante du nombre de spires qui le shuntent.

A des distances plus considérables, par exemple à bord de deux bâtiments voisins, les effets observés décroissent très rapidement; ils cessent presque immédiatement d'être mesurables avec les instruments indiqués.

Enfin, à grande portée, l'influence de l'accord obtenu par ces moyens, tout en demeurant appréciable, est loin de présenter le renforcement constaté dans les mesures précédentes; des recherches sont poursuivies dans cette voie. Leur étude au moyen du tube de Branly est difficile, puisque ce récepteur ne mesure rien et ne fait qu'indiquer le moment où l'onde reçue dépasse l'intensité critique que cohère le récepteur; cependant, en opérant avec précaution, on a pu réaliser la réception simultanée de deux bâtiments par un troisième.

Tubes de force d'un champ magnétique rendus visibles par les rayons cathodiques. — Note de M. H. Pellat, présentée par M. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Nouveau procédé d'analgésie des dents par l'électricité. — Note de MM. L.-R. Regnier et Henry Didsbury, présentée par M. d'Arsonval. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Séance du 17 février 1902.

Sur une forme de thermomètre électrique. — Note de M. Georges Meslin, présentée par M. Mascart. — Lorsqu'on veut connaître la température d'une région où l'on ne peut directement observer le thermomètre ordinaire, on utilise généralement des couples thermo-électriques constitués par deux métaux convenablement choisis et disposés de telle sorte que l'une des soudures soit à une température connue, tandis que l'autre soudure est placée dans l'enceinte dont on veut mesurer l'état thermique; on déduit alors la température de l'intensité du courant ou de la force électromotrice qui prend naissance dans ces conditions.

Ce dispositif, que l'on peut varier de différentes façons, a l'avantage de manifester aussitôt tous les changements de température, à cause de la rapidité avec laquelle la soudure se met en équilibre thermique avec les parties avoisinantes; mais cette propriété a quelquefois des inconvénients, par exemple dans le cas où il s'agit de variations accidentelles très rapides, variations que l'on n'a pas intérêt à connaître, ou que l'on préfère éliminer pour avoir les températures moyennes de l'enceinte.

Dans ce but, et aussi pour ne pas introduire les propriétés thermo-électriques des métaux, j'ai été amené à utiliser la variation, en fonction de la température, de la force électromotrice d'un élément de pile tel que le Latimer-Clark dont le coefficient de variation thermique est assez considérable.

J'ai employé la méthode d'opposition avec l'adjonction de deux boîtes de résistances disposées suivant les indications de M. Bouty, de façon à ne pas produire de courant dans la dérivation et à utiliser un électromètre ou un galvanomètre très sensible (galvanomètre Thomson) employé comme galvanoscope.

Le circuit principal contient les deux boîtes de résistances, un accumulateur A et une clef à deux contacts successifs qui permet de fermer d'abord ce circuit principal, puis le circuit dérivé où se trouve le galvanomètre, et, relié par de longs câbles, un élément Latimer-Clark L placé au loin dans la région dont on veut connaître la température.

Au moment où l'on veut faire cette détermination, on appuie sur la double clef et l'on ajuste les résistances pour que cette opération puisse se faire sans impulsion de galvanoscope; on obtient ainsi le rapport des deux forces électromotrices de L et de A :

$$\frac{L}{A} = \frac{r}{R}.$$

Comme la force électromotrice de l'accumulateur A est variable et change avec la température, l'état de charge de l'accumulateur, la densité de l'acide, etc., il est préférable de l'éliminer : on procède immédiatement à une autre mesure en remplaçant l'élément éloigné L par un élément L' placé à côté de l'observateur; un thermomètre qui plonge dans son intérieur indique sa température et une étude préalable permet de connaître exactement sa force électromotrice; on a alors

$$\frac{L'}{A} = \frac{r'}{R} \quad \text{d'où} \quad \frac{L}{L'} = \frac{r}{r'},$$

d'où l'on déduit $L - L'$ ou L et par conséquent la température à laquelle se trouve cet élément L.

On peut donc ainsi, à un moment donné, consulter l'appareil et connaître la température de la région éloignée, ou difficilement accessible.

On peut enfin disposer les résistances de façon que chaque ohm corresponde à une variation thermique donnée, par exemple un dixième de degré. Supposons que les deux éléments soient identiques et que le coefficient de température soit 0,0005, c'est-à-dire 5 pour 1000 par degré.

$$\frac{L - L'}{L'} = \frac{r - r'}{r'} \quad \text{alors} \quad \frac{L - L'}{L'} = \frac{5}{10\,000} \quad \text{pour } r - r' = 10^{\omega},$$

d'où

$$r' = \frac{100\,000}{5} = 20\,000,$$

et, si A est voisin de 2 volts, on trouve pour R, 27 700$^{\omega}$ environ; il suffira donc d'avoir des boîtes de résistances de 50 000$^{\omega}$ au plus.

On pourrait remplacer l'accumulateur A ou l'élément de comparaison L' par des éléments étalons ne présentant pas de variation sensible avec la température; on peut

employer à ce sujet des éléments Daniell D dont les dissolutions sont convenablement diluées [1].

Le résultat est alors indépendant de la température; mais cette simplification n'est qu'apparente, car il a fallu connaître avec une grande précision la valeur constante de l'élément D, et pour cela le comparer avec un élément L' soigneusement étalonné et étudié en fonction de la température.

Voici encore, à ce propos, un autre procédé qui permet d'obtenir une force électromotrice, faible il est vrai, mais sensiblement indépendante de la température : en étudiant un assez grand nombre d'éléments Latimer, on en trouve qui, tout en présentant une force électromotrice différente, ont le même coefficient de température; il suffit de les associer en tension en les opposant l'un à l'autre pour avoir le résultat cherché.

Voici, à titre d'exemple, une mesure de température:

17 décembre, 8h30m du matin :
Avec l'élément L. . . . . . $r = 7967\ \omega$
Avec l'élément L' . . . . . $r' = 8009\ \omega$ $t' = 8°,6$

Au lieu de calculer la force électromotrice L, on peut raisonner plus simplement comme il suit : la différence des résistances a été de 42ω; or, elle était ordinairement de 33ω, à la même température, pour une différence de force électromotrice de 0,0059 volt; le changement de force électromotrice correspondant à 9ω sera donc $9 \times \frac{0,0059}{33} = 0,0016$, qui, à raison de 0,0007 par degré, donne 2°,3 pour la différence de température; la température de l'élément L était donc $8°,6 + 2°,3 = 10°,9$.

J'ai vérifié à différentes reprises l'exactitude de ces déterminations.

Recherches sur les gaz ionisés. — Note de M. P. Langevin, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus*).

Sur la transparence des liquides conducteurs pour les oscillations hertziennes. — Note de M. Charles Nordmann, présentée par M. H. Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus*).

Conductibilité des diélectriques liquides sous l'influence des rayons du radium et des rayons de Röntgen. — Note de M. P. Curie, présentée par M. Becquerel. (Voy. les *Comptes rendus*).

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 5 mars 1902.

La séance est ouverte à 8h35m, sous la présidence de M. Hillairet.

Aussitôt après l'expédition des affaires courantes, M. Armagnat, secrétaire de la 6e section, donne lecture du rapport sur les travaux de cette Commission; il termine en émettant le vœu que les industriels veuillent bien répondre au questionnaire qui leur sera adressé relativement aux propriétés magnétiques du fer.

M. Hillairet remercie M. Armagnat et il engage vivement les personnes qui auraient fait d'importants essais magnétiques sur le fer de les communiquer à la 6e section; il pense que ces travaux auront pour conséquence de permettre aux métallurgistes et aux électriciens de s'entendre sur la question si délicate du fer ou de l'acier entrant aujourd'hui dans la construction de la plupart des machines.

M. d'Arsonval développe ensuite devant la Société une intéressante communication sur les **Phénomènes électriques aux basses températures.**

M. d'Arsonval donne d'abord de précieuses indications sur la production et le mode de conservation des gaz liquéfiés et en particulier de l'air liquide.

Production. — C'est en France pour la première fois que les gaz permanents ont été liquéfiés, grâce à M. Cailletet, au moyen de leur détente au-dessous de leur point critique. M. d'Arsonval expose les principes de la liquéfaction et de la température critique, il passe ensuite en revue les machines industrielles créées sur ce principe. On accumule le froid par un procédé très simple : Le gaz étant détendu derrière un piston, sa température s'abaisse; on envoie ce gaz détendu dans un serpentin entourant l'arrivée du gaz à détendre, ce dernier se refroidit avant de travailler, la détente abaisse encore sa température et ainsi de suite. Ce système n'est pas sans présenter de gros inconvénients, il devient difficile de faire fonctionner un piston dans un cylindre à ces basses températures, il y a grippement et on ne peut guère descendre au-dessous de — 90°. Tout dernièrement, M. Claude a repris la question; il a remarqué que l'air liquide à partir d'une certaine température mouille les corps et devient un excellent lubréfiant, de plus on pouvait pour des températures moins basses remplacer l'air liquide par des essences de pétrole.

Un autre principe a été utilisé par Linde, il repose sur ce fait que la loi de Mariotte n'est qu'une loi approchée. Quand un gaz comprimé se détend à travers un orifice rétréci on remarque que sa température s'abaisse jusqu'à son point critique. M. Linde a pu accumuler les effets par des détentes successives dans une machine, industrielle aujourd'hui, puisqu'elle peut produire plusieurs litres d'air liquide par heure.

Conservation des gaz liquéfiés. — On emploie des vases placés dans une enceinte vide, on élimine ainsi tout apport de chaleur par convection; ce procédé a été signalé il y a quinze ans par M. d'Arsonval, pour conserver le chlorure de méthyle. Dernièrement M. Dewar a de plus argenté les parois pour diminuer l'apport de chaleur par rayonnement.

On peut, en utilisant ces deux procédés, conserver l'air

[1] Voir dans le numéro des *Comptes rendus* du 3 février la Note de M. Chaudier, p. 277.

liquide pendant des semaines entières. M. d'Arsonval met sous les yeux de la Société un vase en forme de ballon à double enveloppe, le vide a été fait entre les deux parois et la surface extérieure a été argentée, on a pu conserver dans ce flacon de l'air liquide pendant vingt-neuf jours.

Propriétés. — L'air liquide est plus riche en oxygène que l'air atmosphérique par suite de l'évaporation plus rapide de l'azote, sa densité est en moyenne de 1. M. d'Arsonval avec l'habileté qui le caractérise montre par quelques expériences saisissantes les principales propriétés des corps à ces basses températures.

La plupart des substances refroidies à — 190° durcissent immédiatement et deviennent cassantes. Un tube de caoutchouc très souple servant aux expériences est plongé dans une cuve d'air liquide, il en sort dur et donne un son métallique, il se brise sous le choc et se pulvérise même dans un mortier; de même pour le liège, la viande, etc.

Les métaux refroidis dans l'air liquide à — 190° ont une résistance à la rupture considérablement augmentée. M. d'Arsonval fait l'expérience avec un fil d'acier supportant jusqu'à 3 fois sa charge de rupture dans l'air liquide; aussitôt que le fil sort du liquide il se rompt.

Le charbon brûle avec éclat dans l'air liquide; on a essayé pour fabriquer le carbure de calcium d'injecter de l'air liquide à la place de l'arc électrique, mais ce procédé n'est pas encore assez industriel.

La séparation des gaz s'effectue très facilement. M. d'Arsonval fait circuler du gaz d'éclairage dans un tube refroidi par de l'air liquide, les hydrocarbures se condensent, seul l'hydrogène sort; on s'en aperçoit tout de suite au faible pouvoir éclairant d'un bec ainsi alimenté.

Les phénomènes magnétiques prennent une grande intensité à ces basses températures; certains aciers au nickel, réfractaires à l'aimantation à la température ordinaire, deviennent fortement magnétiques dans l'air liquide.

Des barreaux en acier d'Allevard soumis à des températures variant de + 18° à — 190° et revenant à + 10° ont donné un coefficient de variation pour l'hystérésis de : 2 pour 100 pour le premier, 1,3 pour 100 pour le deuxième, 3,2 pour 100 pour le troisième, 4,25 pour 100 pour le quatrième, etc.

Comme on devait s'y attendre la conductibilité électrique varie considérablement avec l'abaissement de température. Très élevée avec les métaux purs, cette variation est faible avec les alliages ordinaires. Le cuivre varie moins que le fer, malgré cela sa conductibilité à — 190° est 6 fois plus grande qu'à zéro. Par des expériences très élégantes, M. d'Arsonval montre l'effet de cette variation rendue suffisamment accusée pour permettre à une rampe de lampes à incandescence de briller d'un vif éclat lorsqu'une bobine de fil de cuivre de 100 ohms en série avec elles est plongée dans de l'air liquide.

En abaissant la température au-dessous de — 190° et en employant l'hydrogène liquide qui bout à — 252°, on observe un phénomène très important, la courbe de variation cesse d'être une droite, elle s'infléchit et ne passe pas par le zéro absolu, montrant ainsi combien il est souvent inexact d'extrapoler des résultats; la résistivité n'est donc pas nulle à — 273° comme on l'a longtemps supposé.

L'air liquide constitue enfin un excellent isolant; une bobine fournissant 50 cm d'étincelles ne donne pas plus de 5 mm d'étincelles, quand les fils sont plongés dans l'air liquide.

M. d'Arsonval utilise cette propriété pour isoler un transformateur Tesla fonctionnant à haute fréquence.

De longs applaudissements témoignent à l'orateur l'intérêt que la Société a pris à cet intéressant exposé.

L'ordre du jour appelle ensuite la communication de M. Charpentier sur **Les canalisations électriques.**

M. Blondin lit le mémoire de M. Charpentier, qui est la suite de la discussion ouverte sur les travaux de la quatrième section.

M. Charpentier estime que l'on doit examiner séparément la question de la conservation des canalisations et des pertes par défauts d'isolement.

Au sujet des mesures d'isolement, M. Charpentier dit que la méthode de la déviation peut donner des résultats peu exacts si on se contente d'électriser un câble pendant deux minutes seulement, le régime n'étant pas encore atteint au bout de ce temps avec des câbles de grande capacité. Pour quant à la tension d'essai, M. Charpentier estime qu'au delà de 450 volts, la résistance à la rupture doit seule être envisagée.

La question de conservation et de la sécurité des câbles ne peut être nettement précisée, car on ne possède pas beaucoup de notions pour cela; cependant M. Charpentier conseille de faire des essais sur un échantillon de l'isolant.

M. Sartiaux, président de la 4e section, lit un intéressant mémoire de M. Picou sur les canalisations.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 11h5m. A. S.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

313 325. — **Société dite : The Rowland Telegraphic Company.** — *Perfectionnements apportés aux systèmes de communications télégraphiques* (7 août 1901).

313 356. — **Germain.** — *Perfectionnements aux appareils téléphoniques* (8 août 1901).

313 432. — **Maiche.** — *Dispositif de mise à terre pour transmissions ordinaires télégraphiques et téléphoniques applicable également à la télégraphie et à la téléphonie dites sans fil* (12 août 1901).

313 442. — **Raison Sociale : Century Telephone Device Company.** — *Perfectionnements aux téléphones* (12 août 1901).

313 507. — **Société Deutsche Telephonwerke R. Stock et Cᵉ (Gesellschaft mit beschrankter Haftung).** — *Système de commutation pour bureau téléphonique* (14 août 1901).

313 580. — **Peachey et Rice.** — *Perfectionnements relatifs aux câbles électriques* (19 août 1901).

312 354. — **Churchward.** — *Perfectionnements dans les générateurs et moteurs dynamo-électriques* (7 août 1901).

313 352. — **Heany.** — *Perfectionnements aux moteurs électriques* (8 août 1901).

313 353. — **Heany.** — *Perfectionnements aux moteurs électriques* (8 août 1901).

313 388. — **Churchward.** — *Perfectionnements dans les balais de commutateur pour générateurs et moteurs dynamo-électriques* (9 août 1901).

313 449. — **Tobiansky d'Altoff.** — *Accumulateur électrique, dénommé Accumulateur Spiral* (12 août 1901).

313 493. — **Nothomb et Schæffer.** — *Accumulateur léger au zinc* (14 août 1901).

313 499. — **Blanc.** — *Perfectionnements dans les accumulateurs* (14 août 1901).

313 389. — **Mathiesen.** — *Procédé pour la commutation de compteurs d'électricité sur un autre tarif* (9 août 1901).

313 403. — **Ziegenberg.** — *Appareil enregistreur de courant et de tension pour courant uniforme ou constant* (10 août 1901).

313 457. — **Faure.** — *Isolateur électrique instantané et automatique* (16 août 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie d'éclairage électrique du Secteur des Champs-Élysées. — Dans leur assemblée générale de 1901, les actionnaires du Secteur des Champs-Élysées ont pris connaissance des résultats de l'exercice 1900.

Comme on le sait, la concession du Secteur des Champs-Élysées fut accordée, en 1889, à MM. Mildé et Cie, qui, en 1891, la rétrocédèrent à la Société actuelle.

Sa délimitation est formée au nord et à l'ouest par les fortifications, au sud par la Seine, du Point-du-Jour à la Concorde, à l'est par la place de la Concorde, la rue Royale et le boulevard Malesherbes.

La clientèle de ce Secteur est presque exclusivement domestique, dont la consommation est très irrégulière, très forte l'hiver et presque nulle l'été, à l'époque où Paris émigre vers la mer et la campagne ; en outre, chaque client fait installer un nombre de lampes assez élevé, en prévision des jours de réception; en temps ordinaire, une très faible partie de ces lampes est utilisée, ce qui contribue davantage à rendre la consommation irrégulière.

Pour distribuer l'énergie à son Secteur, la Compagnie a fait choix du système à courants alternatifs avec transformateurs et son usine, située à Levallois-Perret, au bord de la Seine, a une puissance de 4200 chevaux.

Le développement du réseau a eu des débuts assez lents et n'a vraiment commencé qu'en 1893; le tableau suivant donne les éléments qui permettent de suivre ce développement à partir de 1896.

	1896.	1897.	1898.	1899.	1900.
Longueur des canalisations, en 100 m	678	746	797	857	1 060
Nombre de lampes de 10 bougies installées	122 814	161 989	205 751	261 182	309 579
Nombre de lampes par 100 m de canalisation	190	217	255	304	306
Nombre d'abonnés	1 671	2 440	3 278	4 219	5 101
Nombre de lampes par abonné	73	66	62	61	60

Le développement du réseau de canalisations s'est surtout opéré en 1899 et 1900; malgré ce développement, l'utilisation du réseau, c'est-à-dire le nombre de lampes rapporté à la longueur de canalisations, s'est accrue sensiblement; pour 1900, il y a eu un temps d'arrêt en raison de l'extrême accroissement de la longueur canalisée. Quant au nombre d'abonnés, il s'accroît régulièrement. La décroissance du nombre de lampes par abonné provient de ce que l'électricité pénètre dans des classes de la société d'une aisance toujours moindre; au début, les hôtels particuliers et les très grands appartements furent les seuls à l'installer, et chaque abonné représentait un nombre considérable de lampes; puis, peu à peu, ce furent des appartements d'une importance toujours décroissante qui l'adoptèrent, les nouveaux abonnés représentant un nombre de lampes plus faible que les premiers.

Le Secteur des Champs-Élysées dessert une population de 217 000 habitants ; on compte donc 1,4 lampe par habitant et 24 abonnés pour 1000 habitants.

Primitivement fixé à 2 millions, le capital de la Société a été porté à 3 millions en 1898 ; il est actuellement représenté par 6000 actions de 500 fr, sur lesquelles 1516 étaient amorties au 31 décembre 1900.

En 1895 il a été, en outre, émis un emprunt de 2 millions représenté par 4000 obligations de 500 fr, 4 pour 100, remboursables jusqu'en 1908, date d'expiration de la concession.

Pour les cinq derniers exercices, les comptes de profits et pertes de la Société se présentent de la façon suivante (en milliers de fr).

	1896.	1897.	1898.	1899.	1900.
Recettes nettes de l'exploitation	842	1108	1519	2211	3283
Recettes diverses	»	»	»	6	23
Bénéfice total	842	1108	1519	2217	3306
Service des obligations	328	441	256	214	205
Prélèvements divers	96	180	256	340	564
Bénéfice net	418	487	1007	1663	2557
Amortissement	313	385	841	1177	1488
Dividende total	105	90	194	273	412
Dividende, en pour 100	5	5	5	10	15

Pour l'exercice 1900, les résultats ont été des plus satisfaisants; toutefois, il faut tenir compte qu'ils ont été en partie exceptionnels et que certains bénéfices ne se retrouveront pas pendant l'exercice en cours. C'est, en effet, à l'Exposition universelle de 1900 qu'une forte partie de l'augmentation des bénéfices doit être attribuée. Ce résultat a été cependant obtenu régulièrement, car, au point de vue industriel, on a pu constater que, malgré la surcharge que le matériel a subi à certains jours, le courant électrique n'a fait défaut ni aux clients de passage, ni aux clients réguliers.

Les résultats de l'exercice écoulé ont marqué une progression nette de 860 174,07 fr. Toute cette augmentation ressort, naturellement, des produits nets d'exploitation, qui sont passés de 2 211 283,70 fr à 3 283 491,53 fr. Quant aux charges qui ressortent du compte de profits et pertes, il est compréhensible qu'elles n'aient progressé que de 214 025,35 fr, aucune dépense relative à l'exploitation proprement dite ne

figurant à ce chapitre. Voici, d'ailleurs, comparés aux précédents, les résultats définitifs de l'exercice clos le 31 décembre 1900.

Charges.

	1899.	1900.
Conseil d'administration et commissaires	42 000,00	42 000,00
Intérêts et amortissements, service des obligations	213 963,30	280 864,23
Abonnement au timbre, droits de transmission sur actions de jouissance, service financier	4 675,67	5 386,14
Participation et charges municipales	160 843,68	242 925,25
Participation de 6 pour 100 du personnel et des ouvriers dans les produits de l'exploitation	132 677,01	197 009,48
Total des charges	554 159,75	768 185,10

Produits.

	1899.	1900.
Produits nets d'exploitation	2 211 283,70	3 283 491,55
Intérêts, escomptes, rabais	6 177,59	11 651,26
Produits du portefeuille	»	10 406,90
Total des produits	2 217 461,09	3 305 549,69
Rappel des charges	554 159,75	768 185,10
Bénéfices nets	1 663 301,34	2 537 364,59
Report de l'exercice précédent	13 889,18	»
Solde disponible	1 677 190,52	2 537 364,59
Différence en faveur de 1900	860 174,07	

Cette progression, qui représente plus de la moitié des résultats de l'année 1899, il faut le reconnaître, est bien exceptionnelle, si l'on considère qu'elle a été obtenue par suite des fournitures très importantes d'énergie électrique faites par la Compagnie à l'administration de l'Exposition. aux exposants et concessionnaires de celle-ci sur la rive droite de la Seine et à la Compagnie électrique de l'Ouest Parisien. Toutefois, elle aura permis, tout en augmentant la répartition de l'exercice 1900, de porter de fortes allocations aux comptes spéciaux d'amortissements. Le dividende, en effet, a été fixé à 75 fr contre 50 fr pour l'exercice précédent, et les amortissements relatifs aux immobilisations ont presque doublé, alors que le compte spécial aux actionnaires a reçu 441 961,90 fr contre 140 560,40 fr pour l'exercice 1899. A propos de ce chapitre, on remarquera que, depuis deux ans, la Société n'a reporté à nouveau aucune somme, mais formé ce compte sur le solde des bénéfice non répartis.

Voici, d'ailleurs, les deux dernières répartitions comparées :

	1899.	1900.
Amortissement du rachat des parts de fondateur	300 000,00	»
Amortissement des immobilisations	650 000,00	1 250 000,00
Réserve légale	35 665,06	64 368,23
Intérêt des actions	123 425,00	112 100,00
Amortissement des actions	226 500,00	238 000,00
Conseil d'administration et direction	34 160,04	87 289,64
Personnel	17 080,02	43 644,82
Dividende aux actions	150 000,00	300 000,00
Compte spécial des actionnaires	140 360,40	441 961,59
Total égal au solde disponible	1 677 190,52	2 537 364,59

En parcourant le bilan, on est porté à faire les remarques suivantes : le total des immobilisations porté à l'actif s'élève à 8 806 096,75 fr contre 7 521 165,49 fr en 1899 et 6 717 210,53 fr en 1898. Cette progression est naturellement le résultat du développement du réseau. On sait que l'intérêt de la Société est de développer ses installations tout en apportant à ses canalisations le moins d'extension possible, étant donné le peu de temps qu'il reste pour amortir de nouveaux frais d'établissement. A cet égard, il est à remarquer que la progression n'a été, en 1900, que de 551 075,96 fr.

Le développement des installations peut être constaté par la comparaison de leur importance totale traduite en lampes de 10 bougies au 31 décembre de chaque année.

Comparativement aux exercices précédents, le nombre de ces lampes, s'élevant à fin 1900 au chiffre total de 309 759, a marqué sur 1899 une progression de 15 pour 100, et sur 1898 de 53 pour 100, car les totaux respectifs pour chacun de ces exercices étaient de 261 182 et de 203 751 lampes.

En rapprochant de ces chiffres les immobilisations aux mêmes dates, on verra que la moyenne des immobilisations par lampe était de 28,42 en 1900, 31,09 en 1899 et 32,96 en 1898. D'autre part, si l'on cherche le produit net d'exploitation par lampe, on trouvera qu'il a été, en 1900, de 10,60 fr, contre 8,46 en 1899 et 7,45 en 1898. Ces deux dernières comparaisons font ressortir que si les bénéfices nets par lampe ont accusé une progression pendant ces trois dernières années, les immobilisations ont, au contraire, subi une diminution proportionnellement plus forte.

Enfin, dans les canalisations, la longueur des câbles posés était, en 1900, de 101 314,16 m contre 97 513,03 m en 1899 et 89 936,15 en 1898.

En résumé, le Secteur des Champs-Élysées qui, au début de son exploitation, s'était trouvé en présence de réelles difficultés provenant de la nature de sa clientèle, a vu le développement de son réseau devenir très rapide dès le jour où l'électricité a été appréciée par sa clientèle comme il convient. Sa situation est donc aujourd'hui suffisamment assise pour escompter, sans crainte de recul, un avenir d'autant plus sérieux qu'il est permis d'espérer de la part de la ville de Paris, en raison des services rendus et à rendre par le Secteur en question, une prolongation de concession.

BILANS COMPARÉS DE 1899 ET 1900

Actif.

	1899.	1900.
Usine	2 644 574,68	3 168 526,95
Installation Élysée Palace-Hôtel	319 916,16	320 259,33
Éclairage public	»	116 952,69
Canalisations	2 571 696,33	2 922 772,29
Branchements, transformateurs, compteurs	1 984 978,32	2 227 585,38
Mobilier	29 784,88	35 962,13
Magasins (existences à l'inventaire)	214 195,66	458 138,42
Cautionnements	306 894,75	306 894,75
Portefeuille (titres)	»	501 140,00
Caisse et banquiers	157 371,59	430 183,35
Loyers d'avance	7 000,00	7 000,00
Débiteurs divers	552 936,20	483 223,97
Impôts sur revenu	4 295,20	8 749,60
Droits de transmission sur actions	4 533,75	6 137,13
Parts de fondateur	300 000,00	»
Total	9 098 177,52	10 993 540,10

Passif.

	1899.	1900.
Capital :		
Actions (1065 amorties en 1899 et 1016 en 1900)	3 000 000,00	3 000 000,00
Obligations (1150 amorties en 1899 et 1450 en 1900)	2 000 000,00	2 000 000,00
Réserve d'amortissement des immobilisations	425 000,00	1 501 890,35
Réserve légale	58 144,96	93 810,02
Cautionnements des abonnés	726 968,50	915 743,00
Créditeurs divers et banquiers	1 210 873,54	914 738,14
Profits et pertes :		
Bénéfices nets de l'exercice	1 663 301,34	2 537 364,59
Report de l'exercice précédent	13 889,18	»
Total	9 098 177,52	10 993 546,10

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

47 634. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 246. 25 Mars 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Statistique des tramways et chemins de fer électriques établis en France. — Nous avions l'intention de publier la 10e édition de cette statistique dans le présent numéro, mais les renseignements recueillis nous ont montré que le développement des réseaux de traction électrique avait été presque insignifiant pendant l'année 1901, et il nous a semblé préférable de retarder cette publication jusqu'à l'an prochain à la même époque.

L'Électrotypographe. — L'électrotypographe est une nouvelle machine à composer dans laquelle l'électricité joue un rôle relativement secondaire, mais qui pourrait devenir important si les applications que cette machine laisse entrevoir pouvaient se réaliser, question d'autant plus importante que ces applications dépendent en grande partie, du concours que l'État ou les États voudront bien apporter à son développement.

L'électrotypographe est une machine à composer et à justifier composée de deux organes distincts : un perforateur et un traducteur. Le perforateur, qui se présente sous l'aspect d'une machine à écrire, produit une bande convenablement perforée qui, passant dans le traducteur, reproduit la composition *rigoureusement justifiée* en caractères neufs, indépendants et mobiles facilitant les corrections éventuelles.

Le perforateur est purement mécanique; l'électricité n'intervient que dans le traducteur pour transmettre aux organes de la machine les indications de la perforation et les mettre en mouvement aux moments opportuns.

Cette traduction se fait, en principe, par des combinaisons analogues à celles de l'appareil Baudot, et c'est par là qu'elle intéresse les applications futures, car il est facile de concevoir que l'appareil Baudot lui-même peut être facilement modifié de telle façon qu'il reproduise à distance, non plus une dépêche en caractères romains ordinaires, mais une bande perforée identique à celle produite par le perforateur.

La transmission se ferait donc au Wheatstone et la réception sous forme de bande perforée, et c'est cette bande qui, reprise par l'électrotypographe, permettrait de composer mécaniquement à Lyon, par exemple, un article dactylographié à Paris sur le perforateur, sans l'intervention d'aucun organe intelligent autre que des machines entre le perforateur et le traducteur.

Transmission d'énergie par courants à très haute tension. — L'emploi de courants à très haute tension pour la transmission de l'énergie à longue distance s'est généralisé aux États-Unis depuis plusieurs années, les Américains n'ayant pas craint d'aller jusqu'à 40000 et même 50000 volts. Il est vrai que le climat des régions où se trouvent les installations de ce genre est des plus favorables. En Europe, les chutes d'eau non encore exploitées et situées à proximité des centres industriels utilisant la force motrice devenant de plus en plus rares, on se trouve dans la nécessité d'aller chercher l'énergie à des distances assez considérables et de la transmettre à des centres éloignés où l'on en trouve l'utilisation. C'est ainsi que de nombreuses installations de ce genre vont être mises en service dans le courant de cette année. Parmi les plus importantes, nous citerons les suivantes :

Une transmission à 37 km de distance, au moyen de courants à 20 000 volts est en construction pour amener l'énergie à la ville de Come en Italie.

Pour l'alimentation de Saragosse, en Espagne, deux chutes fournissant l'une 4000 et l'autre 5000 chevaux vont être utilisées à 45 et 80 km de distance, la transmission d'énergie étant faite à 30000 volts.

L'installation de Fure et Morge, aux environs de Grenoble, distribue 7000 chevaux environ à une série de communes, comme Voiron, Moirans, etc.... à une distance de 50 km. La tension utilisée est de 26000 volts. Cette installation a été mise en service le mois dernier.

La station de la Betznau, dans le canton d'Argovie, utilise une chute de 10 000 chevaux et transmet cette énergie jusqu'à une distance de 60 km au moyen d'un réseau à 25000 volts.

Enfin, les travaux pour une installation importante en Italie, sur la rivière Cellina, utilisant 13000 chevaux et destinée à fournir de l'énergie aux villes de Venise, d'Udide, de Pordenone, etc... viennent d'être adjugés. Il s'agit, pour cette installation, de distances allant jusqu'à 90 km et la tension choisie est de 26000 volts.

Toutes ces installations emploient le courant triphasé, produit aux bornes des génératrices à la tension relativement peu élevée de quelques milliers de volts; cette tension étant ensuite portée au chiffre voulu par des transformateurs statiques prévus *ad hoc*.

Les machines génératrices pour les différentes installations ci-dessus représentent un total de 43000 chevaux environ; elles sortiront des établissements Brown Boveri et Cie à Baden (Suisse) qui s'est fait une spécialité fort appréciée de ce genre de travaux.

La télégraphie sans fil. — Le *New York Herald*, dans son édition de Paris, nous raconte une histoire bien curieuse à propos de la télégraphie sans fil et des systèmes rivaux de Marconi et de Slaby-Arco. Lorsque le prince Henry s'est rendu récemment en Amérique, il a pu, grâce à l'obligeance du *New York Herald*, envoyer des télégrammes au président Roosevelt et quelques autres télégrammes personnels, par le bateau-phare de Nantucket, muni des appareils du système Marconi, bien avant d'être arrivé à New-York.

Le prince Henry put ainsi apprécier les services que la télégraphie sans fil était appelée à rendre comme moyen de communication entre les bâtiments de guerre, les phares et les bateaux-phares. Mais les sentiments d'admiration se changèrent en désappointement lorsque, au retour, il fut impossible d'établir des communications entre le navire qui le ramenait en Europe et le bateau-phare de Nantucket, en utilisant les appareils du système Slaby-Arco disposés à bord. Ce qui donne du piquant à la situation actuelle, c'est que Guillaume II a été pendant longtemps l'ami intime du professeur Slaby. Lorsque Marconi fit connaître ses travaux, le professeur Slaby déclara qu'il n'y avait là rien de nouveau, et que tout était connu en Allemagne depuis de longues années L'empereur s'intéressa même au système spécial de télégraphie sans fil préconisé par le professeur Slaby.

Aujourd'hui, en réponse au silence gardé par les appareils Slaby-Arco, l'empereur d'Allemagne a envoyé un message élogieux pour ce système, avec l'ordre de donner à ce message toute la publicité possible, et il a exprimé le désir que tous les navires de guerre allemands fussent équipés avec le système Slaby-Arco. Dans ces conditions, si la Compagnie Marconi, qui prétend avoir le monopole de la télégraphie sans fil dans l'Europe entière, veut contester les droits du système Slaby-Arco, elle devra exercer des poursuites contre le gouvernement allemand lui-même. Les choses en sont là. Si nos renseignements personnels sont exacts, c'est le système Slaby-Arco qu'une grande Société civile française — Pilsoudsky, Popp, Slaby-Arco — et dont la devise est : FRANCE D'ABORD, voudrait introduire en France. Attendons, et espérons qu'il y a encore des juges à Berlin... et à Paris, pour reconnaître les droits de chacun.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Biarritz (Basses-Pyrénées). — *Traction électrique.* — Dans une de ses dernières séances, le Conseil municipal a adopté les conclusions du rapport de M. le Dr Long-Savigny, sur l'établissement des tramways électriques de Biarritz à Behobie.

La concession est demandée pour soixante-quinze ans. La force motrice sera prise dans le bassin de la Bidassoa. Le courant électrique sera capté par des trolleys à archet. La vitesse sera de 25 km à l'heure sur route. Elle sera limitée à dix pendant la traversée des agglomérations.

Le prix des places sera de 10 centimes par km en première classe et de 7,5 centimes en seconde classe.

Chemillé (Maine-et-Loire). — *Éclairage.* — La ville de Chemillé va bientôt posséder une importante usine qui lui fournira en abondance la lumière électrique.

Une station d'électricité pour l'éclairage et la force motrice vient, en effet, d'être créée dans cette localité, et tous les commerçants et les particuliers vont pouvoir s'offrir à bon compte cette belle lumière, qu'Angers pourrait bien attendre longtemps encore.

Dijon. — *Traction électrique.* — Une nouvelle adhésion à l'établissement projeté d'un tramway électrique de Dijon à Chagny vient de se produire, c'est celle du Conseil municipal de Chassagne-Montrachet qui, réuni dernièrement sous la présidence de M. Jouard, maire, après avoir reconnu que l'établissement de ce tramway rendra de nombreux services aux localités qu'il est appelé à desservir, particulièrement celle de Chassagne, a décidé que dès maintenant ses sympathies et son concours moral sont acquis à cette œuvre de progrès et réserve la question d'un concours financier sous forme de subvention communale pour le moment où des renseignements précis seront fournis sur les avantages du projet au double point de vue de la transmission et de l'éclairage électrique.

Marseille. — *Distribution d'énergie.* — L'administration vient de soumettre aux enquêtes réglementaires un projet de distribution d'énergie électrique produite au moyen de chutes dérivées de la Durance.

Le projet comporte la déviation de 80 m³ d'eau par un grand canal de 30 m de large commençant au Logis-d'Anne, à quelques kilomètres de Peyrolles et se prolongeant parallèlement à la Durance, jusqu'au voisinage de la prise du canal de Marseille.

Sur ce parcours quatre chutes ménagées de 7 à 8 m chacune seraient utilisées pour produire une puissance électrique de 20 000 chevaux que des fils disposés le long de la route nationale transmettraient à Marseille dans trois stations réceptrices (Saint-Louis, Malpassé et Pont-de-Vivaux) et de là dans toute la ville.

Les travaux sont évalués à environ 2 500 000 fr et on pourrait compter sur un rapport de 3 500 000 fr, tout en procurant aux établissements de Marseille qui utiliseraient cette énergie à la place de leurs moyens actuels, une économie de 1 million.

Orléans. — *Adjudication.* — Les entrepreneurs qui désireraient concourir pour les travaux d'éclairage à l'électricité de l'Institut musical d'Orléans sont informés qu'ils pourront s'adresser à la direction des travaux municipaux, tous les jours, de 9 à 11 heures du matin et de 2 à 5 heures du soir, pour prendre connaissance du cahier des charges dressé à cet effet.

Les propositions devront être remises avant le 10 avril.

Prats de Mollo (Pyrénées-Orientales). — *Traction électrique.* — Dans sa dernière séance le Conseil municipal de Prats, réuni sous la présidence de M. Carrère, maire et conseiller général de Prats-de-Mollo, a décidé de s'associer au vœu du conseil municipal de Saint-Laurent-de-Cerdans, tendant à ce que la ligne de tramways électriques du Haut-Valespir ne soit pas « oubliée ».

N'oublions pas en effet que cette question est pendante depuis longtemps!

Sillery (Marne). — *Distribution d'énergie.* — Il est fortement question de construire aux environs de Reims une importante station centrale.

Cette usine fournirait l'énergie électrique dans la région qui s'étend de Gueux à Bouzy, en suivant la Montagne de Reims, et de Boult-sur-Suippe à Saint-Hilaire-le-Petit. Des boucles desserviraient, en plus, six ou sept communes ne se trouvant pas sur les lignes principales. En tout une quarantaine de localités.

La puissance de cette usine serait de 2400 chevaux environ, produisant des courants triphasés sous la tension de 2200 volts.

Il n'existe à cette heure en France qu'une usine de distribution d'énergie ayant un réseau plus important que celui de la Montagne de Reims et de la Vallée de la Suippe : il traverse trois arrondissements (Limoux, Narbonne et Carcassonne), dans un rayon de 200 km, correspondant à une population de 100 000 habitants.

La construction de l'usine de Sillery est subordonnée à une question d'abonnements dont le quotient est déterminé dans le cahier des charges accepté par les communes. Il faut que 5000 lampes effectives soient souscrites et que la Société installe des moteurs chez les abonnés représentant une puissance totale d'au moins 50 chevaux.

Actuellement, ses agents recueillent les adhésions chez les particuliers et, d'après les renseignements que nous recevons, il n'est pas douteux que les 5000 lampes soient souscrites.

ÉTRANGER

Bruxelles.—*Traction électrique.*— Le conseil supérieur des chemins de fer vient d'être saisi de la question des chemins de fer électriques et aura à se prononcer sur la création des deux lignes, Bruxelles-Tervueren et Bruxelles-Anvers.

Pour Bruxelles-Tervueren, il s'agirait d'utiliser un matériel de voitures à accumulateurs acquises jadis pour la ligne Anvers-Esschen. A cet effet, une usine d'électricité sera établie sur la route de Bruxelles à Tervueren; l'énergie serait fournie le long de la voie au moyen d'un troisième rail.

Quant à la ligne Bruxelles-Anvers, les conseillers supérieurs des chemins de fer devront examiner la question de principe, sans tenir compte de la concurrence que, le cas échéant, la ligne nouvelle pourrait faire au trafic du service actuel.

Jusqu'ici, cette question avait constitué un *impedimentum* sérieux à la réalisation du projet.

L'administration supérieure des chemins de fer est aujourd'hui convaincue de la nécessité de voir s'établir très promptement des communications rapides entre tous les grands centres et l'on peut espérer que l'exécution de la ligne Bruxelles-Anvers qui constituera le premier pas en Belgique dans cette œuvre de progrès.

Flums (Suisse). — *Usine à carbure.* — Une importante usine pour la fabrication du carbure de calcium vient d'être établie dans le canton de Saint-Gall.

La puissance utilisée s'élevant à 2400 chevaux, est fournie par le cours d'eau le Schilsbach. L'usine génératrice, bâtiment de 22 m de longueur sur 9,20 m de largeur, contient trois groupes électrogènes à courants alternatifs de 800 chevaux et un groupe de 50 chevaux. Chacun des grands groupes est formé d'un turbine Escher, Wyss et Cie, d'un alternateur Brown, Boveri et Cie reliés par un accouplement Zodel-Voilh et d'une dynamo excitatrice calée sur l'arbre de l'alternateur; les alternateurs peuvent fournir soit des courants triphasés sous 5000 volts, soit des courants alternatifs simples sous la même tension; les excitatrices peuvent donner un courant maximum de 140 ampères sous 55 volts. Le groupe de 50 chevaux est formé d'une turbine et d'un alternateur fournissant des courants triphasés à 115 volts; il est particulièrement destiné à donner à la fabrique de carbure située à 1,8 km, le courant nécessaire à son éclairage; sa génératrice peut d'ailleurs être connectée à un transformateur de 40 kilowatts, élevant la tension de 115 à 5000 volts et reliée aux barres collectrices à haute tension, de manière à pouvoir faire travailler ce groupe en parallèle avec les autres.

La canalisation qui s'étend de l'usine génératrice à la fabrique de carbure consiste en 6 fils aériens, les poteaux qui les supportent ne sont pas directement dans le sol; ils ont leur extrémité inférieure, affectant la forme d'un cône, placée dans des pots en fonte qui sont posés sur le rocher et maintenus par un lit de béton; ces poteaux sont assujettis dans le roc, de trois côtés, par des fers ronds pourvus de vis de tension. En raison de la fréquence des orages dans la région, on a relié tous les poteaux à la terre au moyen d'un fil aérien commun (qui touche chaque support de la ligne et dont les deux extrémités vont se perdre dans le sol. A leur sortie de l'usine génératrice et à leur entrée dans la fabrique de carbure, les conducteurs sont pourvus de parafoudres à cornes.

La fabrique de carbure, construite en ciment armé, est édifiée à proximité du chemin de fer de Wallenstadt-Sargans auquel elle est reliée par un embranchement.

La salle principale, de 30 m de long, 12 m de large et 10 m de hauteur, renferme 18 fours répartis en trois groupes, chacun de 6 unités. La ventilation est assurée par de larges fenêtres atteignant jusqu'à la toiture. Par suite de la chaleur considérable dégagée par les fours, on a dû installer une double toiture. La toiture intérieure, en forme de V très ouvert dont la pointe est suivant l'axe de la salle, est formée de fers reliés par des fils de fer au plâtre; par sa forme elle dirige l'air chaud vers le haut des fenêtres. La toiture extérieure est à environ 1,50 m au-dessus; l'air séparant les deux toi-

tures est constamment mis en mouvement par des ventilateurs pour protéger la seconde toiture contre une trop grande élévation de température.

Dans la salle des fours se trouvent trois transformateurs à courant alternatif simple de 650 kilowatts qui abaissent à 60 volts la tension de chacune des phases des courants triphasés fournis par l'usine génératrice; six conducteurs en cuivre de chacun 4800 mm² de section et d'un poids total de 4500 kg amènent les courants de basse tension à chacun des trois groupes de 6 fours.

Chaque four prend un courant de 2200 à 2500 ampères; les électrodes sont verticales, l'électrode supérieure étant mue par une manette et un système de chaînes pour le réglage de l'arc. L'arc formé, on charge le four de chaux et de coke convenablement pulvérisés et mélangés. Au bout de 2 heures et demie à 3 heures la charge est transformée en carbure de calcium; on laisse refroidir environ une heure, on enlève le bloc de carbure et une demi-heure plus tard le four est prêt à fonctionner de nouveau. Malgré ces arrêts, la présence des 18 fours permet une fabrication ininterrompue, car on peut toujours avoir 4 fours de chaque groupe, soit 12 au total, en activité.

Les blocs de carbure encore rouges sont portés aux réfrigérants installés dans une salle spéciale dont les murs, le plancher et le toit sont en ciment armé; après refroidissement complet, on enlève la gaine de matières non fondues qui les recouvre et on les concasse dans la salle de réfrigération même.

La chaux employée dans la fabrication étant exempte de soufre et de phosphore, le carbure obtenu est d'excellente qualité. Par suite de l'emploi de matières premières à gros grains la production de fumée dans les fours est réduite au point que l'examen des cheminées permet à peine de distinguer quels sont les fours en activité.

L'usure des électrodes est d'environ 5 kg par tonne de carbure fabriquée; les gaz combustibles produits dans la réduction de la chaux par le charbon sont recueillis et utilisés pour l'éclairage des bureaux, d'une rue de Flums et de la gare de cette ville.

Zollverein (Allemagne). — *Transmission d'énergie.* — Une installation intéressante vient d'être faite dans des mines à Zollverein dans des conditions à peu près identiques à celles que l'on projette dans plusieurs autres mines de Westphalie. Les détails suivants que nous empruntons à *Engineer* donneront une idée sur l'importance de l'installation.

Le moteur construit par la maison Lahmeyer et Cie, de Francfort, développe 320 chevaux au frein et marche à une vitesse de 60 tours par minute. La partie tournante est du type à cage d'écureuil, composée simplement de grandes barres de cuivre en court-circuit enfoncées dans un noyau en fer.

L'armature fixe du moteur, qui reçoit le courant triphasé de la station génératrice du jour, est construite à l'extérieur de la partie tournante, son diamètre est de 4,50 m. Cette machine était la plus grande de son genre lorsqu'elle fut installée dans la mine en 1897, mais, depuis, il a été construit des machines et des pompes plus puissantes du même type.

La pompe est du type différentiel avec des plongeurs de 127 et 178 mm de diamètre, 990 mm de course et à 60 révolutions par minute; elle élève 3 m³ d'eau par minute à la surface, qui est à une hauteur de 410 m, ce qui correspond à 270 chevaux effectifs dans la colonne d'eau.

Le courant est conduit de la station génératrice au moteur par deux câbles triphasés séparés, ayant chacun 3×180 mm² de section, ils sont ordinairement employés simultanément, mais chacun d'eux est capable en cas de rupture de l'autre de transporter la puissance totale avec un peu plus de perte. Ils sont fortement isolés, recouverts de plomb et munis d'une armature en acier.

Le poids mort de la colonne d'eau est utilisé, en renversant le jeu des clapets de la pompe, pour faire démarrer cette dernière comme un moteur hydraulique et la tension électrique s'élève graduellement dans le moteur depuis zéro jusqu'à la pression normale, on évite ainsi tout courant induit excessif.

La génératrice est un alternateur triphasé à 1000 volts accouplé directement à une machine compound tandem verticale à manivelle unique. La vitesse du groupe est de 150 tours par minute, et l'alternateur peut développer 300 kilowatts à cette vitesse.

D'après l'étude publiée, la transmission électrique dans une mine de cette profondeur est préférable à une transmission hydraulique au point de vue de l'entretien. Avec des conduites hydrauliques à haute pression, sujettes de temps à autre à des chocs, l'entretien des joints est une cause de soucis continuels. D'ailleurs, l'installation électrique n'est pas plus coûteuse que le système hydraulique et permet d'assurer un excellent service avec les moteurs triphasés.

CORRESPONDANCE

Sur la Commutation.

MONSIEUR LE DIRECTEUR,

M. Boy de la Tour a exposé dans les n°s 244 et 245, une théorie de la commutation remarquable par sa simplicité, et se basant sur des courbes de M. Dettmar, il en déduit une règle pratique permettant de construire à coup sûr une dynamo marchant sans feu et sans décalage.

Il faut que le produit $R_1 i_1$, de la résistance au contact par l'intensité qui passe à travers une touche soit toujours notablement inférieure à 2,5 volts. Je pense que cette règle ne s'applique qu'aux balais au charbon et encore à la qualité X graphitique.

Il est cependant un point qui, même avec cette restriction, me gêne un peu pour accepter les conclusions de l'auteur.

Quand on examine la courbe de M. Dettmar, on voit que le produit Ri est toujours inférieur à 0,8 volt, quelle que soit la densité du courant.

Comment pourrait-il donc atteindre jamais la valeur de 2 volts? Dans quelles conditions? Ou bien faut-il conclure qu'avec ce charbon, il n'y a pas à s'occuper du reste?

VOTRE VIEUX LECTEUR.

Une rectification.

MONSIEUR ET CHER CAMARADE.

Vous avez bien voulu rendre compte dans le n° 239 de *L'Industrie électrique*, 10 décembre 1901, de mon livre sur la « *Production et distribution de l'énergie pour la traction électrique* ». Je vous en remercie et viens compléter moi-même cette critique en signalant à vos lecteurs une erreur à la page 101, ligne 29, où il faut, au lieu de « Dowson et Pierson », lire « Fichet et Heurtey ».

Désirant rendre à chacun ce qui lui est dû, je vous serais très reconnaissant de vouloir bien insérer cette lettre dans votre prochain numéro et vous prie d'agréer, etc.

HENRY MARTIN.



SUR

LES PROPRIÉTÉS DES ANNEAUX A COLLECTEUR

Dans un article publié dans l'*Éclairage électrique* du 23 novembre 1901, M. Marius Latour publie en note une lettre à lui adressée par M. Boucherot relativement à des essais effectués en vue de vérifier la propriété des anneaux à collecteur, parcourus par des courants polyphasés, d'avoir une impédance fonction de la vitesse. Nous en extrayons le passage suivant :

« Nous avons pris un petit induit de dynamo à courant continu à quatre pôles comportant 24 entailles presque fermées, 48 sections enroulées en tambour, les sections diamétralement opposées étant reliées en tension, et les groupes de deux ainsi formés aboutissant à 24 lames du collecteur, lequel en compte 48, les 24 autres étant reliées aux premières par un connecteur; 4 balais en charbon ont été placés à 45° les uns des autres sur le collecteur.

« L'induit a été placé dans un stator identique à celui d'un moteur à champ tournant, feuilleté, comportant 8 encoches presque fermées et des enroulements qui, laissés ouverts et bien isolés les uns des autres et de la masse, ne pouvaient être parcourus par aucun courant.

« L'entrefer était de l'ordre du millimètre.

« La mesure de la résistance entre balais pour du courant continu a donné environ 1,8 ohm aussi bien entre les balais numéros 1 et 3 qu'entre les balais numéros 2 et 4.

« Les balais ont été ensuite reliés à une source de courants diphasés constituée par une dynamo à courant continu possédant quatre bagues. Il n'était nullement question d'apprécier les conditions dans lesquelles se faisait la commutation, mais simplement de constater la variation de l'impédance.

« Un premier essai à la fréquence 25 environ nous a montré que l'impédance variait depuis 15 ohms environ au repos jusqu'à 2 ohms environ dans le voisinage du synchronisme et croissait ensuite.

« Un second essai à fréquence plus élevée (fréquence 35) nous a montré que l'impédance était au repos de 25 ohms environ et d'environ 2 ohms dans le voisinage du synchronisme, pour un sens convenable de rotation; pour le sens contraire l'impédance augmentait constamment jusqu'à environ 50 ohms pour une vitesse sensiblement égale à celle du synchronisme.

« Nous avons également constaté que l'impédance ne variait pas, quel que soit le sens de rotation, avec un courant alternatif simple. »

Les résultats obtenus sont facilement explicables, si l'on fait abstraction, pour simplifier, du phénomène de la commutation.

Il est également facile de voir qu'on peut obtenir variation de l'impédance avec la vitesse angulaire dans le cas de courants alternatifs simples, à la condition de supprimer l'un des deux flux tournant en sens inverse en lesquels peut être décomposé un flux alternatif simple.

Nous supposerons dans tous les cas qu'il s'agit d'un enroulement en tambour bipolaire pour courant continu, cet enroulement donnant comme enroulement polyphasé des flux élémentaires bien symétriques par rapport à un plan convenablement choisi passant par l'axe du noyau ; l'enroulement est supposé uniformément réparti ou, ce qui revient au même, le nombre des encoches est supposé infini.

Cet enroulement est celui de la partie mobile; il est relié à un collecteur sur lequel appuient des balais fixes amenant le courant. Le noyau feuilleté de la partie mobile est entouré d'un noyau feuilleté, fixe ou non, dépourvu d'enroulement; les deux noyaux sont concentriques. Les q balais fixes sont reliés aux q bornes d'une distribution q-phasée de fréquence

$$f = \frac{1}{T}.$$

Le noyau bobiné tourne avec une vitesse angulaire Ω, tandis que la vitesse de pulsation du courant est évidemment

$$\omega = 2\pi \cdot f,$$

vitesse de pulsation égale dans le cas présent (enroulement bipolaire) à la vitesse angulaire du flux tournant.

L'orientation instantanée du flux tournant ne dépend que des valeurs instantanées des intensités de courant et de la position des balais; elle est indépendante du mouvement de rotation de la partie bobinée.

Cas des courants polyphasés. — Nous admettrons une répartition sinusoïdale du flux le long de l'entrefer.

Soient alors :

Φ, la valeur du flux tournant égale à la valeur maxima du flux variable embrassé par une spire;

N, le nombre total de fils périphériques. Il y aura par conséquent $\frac{N}{2}$ spires en tout, soit $\frac{N}{2q}$ spires pour chaque circuit de phase différente; les conducteurs de ces $\frac{N}{2q}$ spires occuperont de chaque côté du noyau bobiné un angle égal à $\frac{2\pi}{q}$.

Comptons les temps t à partir du moment où le flux tournant est dirigé suivant OA (fig. 1); au bout du temps, ce flux sera dirigé suivant OΦ faisant un angle ωt avec OA. Si le circuit 1 est celui dont le flux alternatif composant est dirigé suivant OA, l'hypothèse précédente exige que l'intensité i_1 dans ce circuit soit

$$i_1 = I \cdot \cos \omega t, \qquad (1)$$

puisque ce flux composant doit être maximum pour $\omega t = 0$.

L'intensité dans le circuit d'ordre $(n+1)$ sera

$$i_{n+1} = I \cdot \cos\left(\omega t - \frac{2n \cdot \pi}{q}\right). \qquad (2)$$

Soit β l'angle formé par une spire de l'enroulement avec la direction $O\Phi$. Le flux embrassé par cette spire est :

$$\Phi_\beta = \Phi \cdot \sin \beta. \qquad (3)$$

En désignant par β_0 l'angle que formait cette spire avec le flux tournant au temps $t=0$, on a :

$$\beta = \beta_0 + (\omega - \Omega) \cdot t, \qquad (4)$$

en considérant Ω comme positif lorsque le noyau bobiné tourne dans le même sens que le flux.

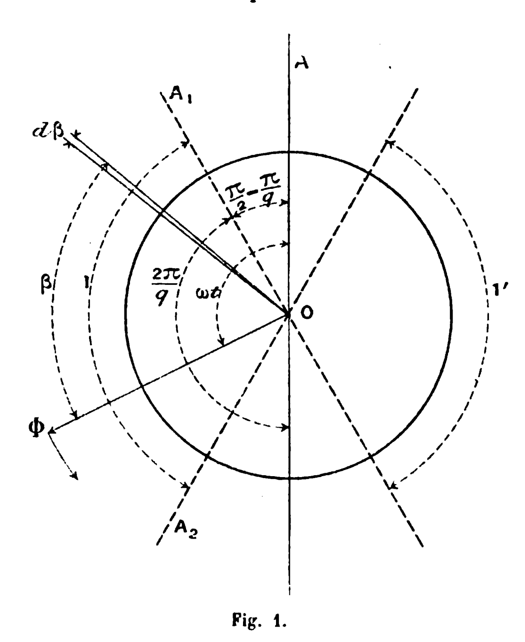


Fig. 1.

La force électromotrice instantanée induite dans la spire considérée est :

$$e_\beta = -\frac{d\Phi_\beta}{dt} = -\Phi \cdot \cos \beta \cdot \frac{d\beta}{dt};$$

et comme (4) donne :

$$\frac{d\beta}{dt} = \omega - \Omega;$$

$$e_\beta = -(\omega - \Omega) \cdot \Phi \cdot \cos \beta.$$

Pour un angle $d\beta$, on a un nombre de spires

$$dN' = \frac{N}{4\pi} \cdot d\beta$$

auquel correspond une force électromotrice élémentaire

$$e_\beta \cdot dN' = -\frac{N}{4\pi} \cdot (\omega - \Omega) \cdot \Phi \cdot \cos \beta \cdot d\beta.$$

Pour trouver la force électromotrice induite dans le circuit 1, il faudra prendre l'intégrale

$$\int \cos \beta \cdot d\beta$$

entre les limites :

$$\beta_1 = \widehat{A_1O\Phi} = \widehat{AO\Phi} - AOA_1 = \omega t - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q}$$

et

$$\beta_2 = -\widehat{A_2O\Phi} = -\widehat{AOA_2} + \widehat{AO\Phi} = \omega t - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{q}.$$

Et comme

$$\int_{\omega t - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q}}^{\omega t - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{q}} \cos \beta \cdot d\beta = -2 \sin \frac{\pi}{q} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right),$$

il en résulte que la force électromotrice instantanée induite dans le circuit 1 sera :

$$E_1 = \frac{N}{2\pi} \cdot (\omega - \Omega) \cdot \Phi \cdot \sin \frac{\pi}{q} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right). \qquad (5)$$

Pour le circuit de phase différente d'ordre $(n+1)$, il faudrait prendre les limites d'intégration

$$\beta_{n+1} = \omega \cdot t - \left[\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{q} + \frac{2n \cdot \pi}{q}\right] = \left[\omega t - \frac{\pi}{2} - \frac{2n \cdot \pi}{q}\right] + \frac{\pi}{q},$$

$$\beta_{n+2} = \omega \cdot t - \left[\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{q} + \frac{2(n+1) \cdot \pi}{q}\right] = \left[\omega t - \frac{\pi}{2} - \frac{2n \cdot \pi}{q}\right] - \frac{\pi}{q};$$

on obtient alors :

$$\int_{\beta_{n+1}}^{\beta_{n+2}} \cos \beta \cdot d\beta = -2 \sin \frac{\pi}{q} \cdot \cos\left[\omega t - \frac{\pi}{2} - \frac{2n \cdot \pi}{q}\right].$$

$$E_{n+1} = \frac{N}{2\pi} \cdot (\omega - \Omega) \cdot \Phi \cdot \sin \frac{\pi}{q} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2} - \frac{2n \cdot \pi}{q}\right). \qquad (6)$$

Si l'on donne successivement à n les valeurs n et $n+1$ dans cette formule générale, on trouve pour les forces contre-électromotrices E_{n+1} et E_{n+2} un décalage de phase de $\frac{2\pi}{q}$; on obtient donc bien dans les q circuits des forces contre-électromotrices q-phasées.

D'autre part, si l'on s'en tient au premier terme de la série de Fourier pour le cas que nous avons examiné (¹), on trouve aisément :

$$\Phi = \frac{8 N \cdot I}{\pi^2 \cdot \mathcal{R}} \cdot q \cdot \sin \frac{\pi}{q}, \qquad (7)$$

$\mathcal{R}$ désignant la réluctance du circuit magnétique.

(¹) Il n'y a pas alors, à proprement parler, de courants diphasés dans l'acception ordinaire de cette dénomination :

$q=2$ correspondant au cas de courants alternatifs simples $\left(2 \text{ courants décalés de } \frac{2\pi}{2} = \pi\right)$;

$q=3$ correspond au cas de courants triphasés;

$q=4$ au cas de courants tétraphasés, etc.

La formule (6) devient :

$$E_{n+1}=\frac{4N^2}{\pi^3.\mathcal{R}}\cdot(\omega-\Omega).q.\sin^2\frac{\pi}{q}.I.\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{2}-\frac{2n.\pi}{q}\right);$$

$$E_{n+1}=-\frac{4N^2}{\pi^3.\mathcal{R}}\cdot\left(\frac{\omega-\Omega}{\omega}\right).q.\sin^2\frac{\pi}{q}\cdot\frac{di_{n+1}}{dt}. \qquad (8)$$

Pour

$$\Omega=0,$$

l'appareil se réduit évidemment à une bobine de self-induction polyphasée ordinaire; l'équation (8) donne alors :

$$E_{n+1}=-L_0\frac{di_{n+1}}{dt}=-\frac{4N^2}{\pi^3.\mathcal{R}}.q.\sin^2\frac{\pi}{q}\cdot\frac{di_{n+1}}{dt};$$

d'où

$$L_0=\frac{4N^2}{\pi^3.\mathcal{R}}.q\sin^2\frac{\pi}{q}, \qquad (9)$$

L_0 étant le coefficient de self-induction d'un des circuits q-phasés de l'appareil pour $\Omega=0$. L'équation (8) peut alors s'écrire :

$$E_{n+1}=-L_0\left(1-\frac{\Omega}{\omega}\right)\frac{di_{n+1}}{dt}=-L_\Omega.\frac{di_{n+1}}{dt},$$

en désignant par L_Ω une constante homogène à L_0; et l'on a

$$L_\Omega=L_0\left(1-\frac{\Omega}{\omega}\right). \qquad (10)$$

L'appareil se comporte donc comme une bobine polyphasée dont chacun des circuits q-phasés aurait un coefficient de self-induction L_Ω défini par les équations (10) et (9).

Pour

$$\Omega=0, \quad \text{on a} \quad L_\Omega=L_0.$$

Pour

$$0<\Omega<\omega, \quad \text{on a} \quad 0<L_\Omega<L_0;$$

l'appareil se comporte comme une bobine dont la self-induction décroît au fur et à mesure que Ω croît en se rapprochant de ω.

Pour

$$\Omega=\omega \quad L_\Omega=0,$$

l'appareil se comporte alors comme une résistance purement ohmique.

Pour

$$\Omega>\omega \quad L_\Omega<0,$$

l'appareil se comporte alors comme une capacité de valeur

$$C=\frac{1}{\omega.(\Omega-\omega).L_0}. \qquad (11)$$

Pour

$$\Omega<0, \quad \text{on a} \quad L_\Omega>L_0.$$

On observera encore que pour

$$\Omega=-\omega$$

$$L_\Omega=2L_0, \qquad (12)$$

résultat trouvé expérimentalement par M. Boucherot.

Cas de courants alternatifs simples. — Ce cas correspond à

$$q=2.$$

On a alors deux flux tournants Φ_1 et Φ_2, le premier tournant avec la vitesse angulaire Ω, le second avec la vitesse angulaire $-\Omega$; et chacun de ces flux a pour valeur, d'après l'équation (7) :

$$\Phi_1=\Phi_2=\frac{16N.I}{\pi^2.\mathcal{R}}, \qquad (13)$$

I désignant l'intensité maxima par conducteur.

L'intensité par conducteur de la portion 1 de l'enroulement est

$$i=I.\cos\omega t. \qquad (14)$$

Soit β_1 (fig. 2) l'angle formé par une spire de l'enroulement avec la direction $O\Phi_1$; et β_2 l'angle formé par cette même spire avec la direction $O\Phi_2$ au même instant :

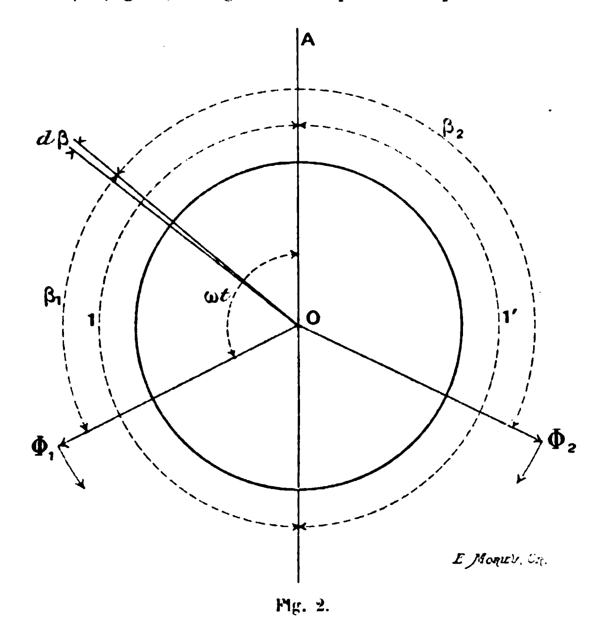


Fig. 2.

$$\beta_1=\beta_0+(\omega-\Omega).t$$

$$\beta_2=\beta_0-(\omega+\Omega).t.$$

La portion du flux Φ_1 embrassée par la spire est

$$\Phi_1\sin\beta_1;$$

celle correspondante du flux Φ_2 est

$$\Phi_2\sin\beta_2.$$

Les forces contre-électromotrices induites dans la spire du fait des variations de ces deux portions de flux seront :

$$e_1=-(\omega-\Omega).\Phi_1.\cos\beta_1$$

$$e_2=+(\omega+\Omega).\Phi_2.\cos\beta_2.$$

Pour un angle $d\beta$ on a un nombre de spires :

$$dN'=\frac{N}{4\pi}\cdot d\beta,$$

auquel correspond des forces contre-électromotrices élémentaires :

$$e_1 \cdot dN' = -\frac{N}{4\pi} \cdot (\omega - \Omega) \cdot \Phi_1 \cdot \cos \beta_1 \cdot d\beta_1$$

$$e_2 \cdot dN' = +\frac{N}{4\pi} \cdot (\omega + \Omega) \cdot \Phi_2 \cdot \cos \beta_2 \cdot d\beta_2.$$

Pour trouver les forces contre-électromotrices induites dans l'enroulement tout entier, il faut intégrer ces expressions entre les limites

$$\beta_1 = +\omega \cdot t \quad \text{et} \quad \beta_1 = +\omega \cdot t - \pi,$$

pour la première ; et

$$\beta_2 = -\omega \cdot t \quad \text{et} \quad \beta_2 = -\omega \cdot t - \pi,$$

pour la seconde.

On obtient ainsi :

$$E_1 = \frac{N}{2\pi} \cdot (\omega - \Omega) \cdot \Phi_1 \cdot \sin \omega t \qquad (15)$$

$$E_2 = \frac{N}{2\pi} \cdot (\omega + \Omega) \cdot \Phi_2 \cdot \sin \omega t. \qquad (16)$$

Telles sont les valeurs des forces contre-électromotrices instantanées dues respectivement à chacun des flux tournants composants Φ_1 et Φ_2.

Comme

$$\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi,$$

la force contre-électromotrice résultante sera

$$E = E_1 + E_2 = \frac{N}{\pi} \cdot \omega \cdot \Phi \cdot \sin \omega t. \qquad (17)$$

En remplaçant Φ par sa valeur tirée de (13)

$$E = \frac{16 N^2}{\pi^3 \cdot \mathcal{R}} \cdot \omega \cdot I \cdot \sin \omega \cdot t$$

$$E = -\frac{16 N^2}{\pi^3 \cdot \mathcal{R}} \cdot \frac{di}{dt}. \qquad (18)$$

On voit que la valeur de cette force contre-électromotrice est bien indépendante de la vitesse angulaire de l'enroulement, ce qui est d'accord avec l'expérience de M. Boucherot. L'appareil se comporte comme une bobine de self-induction constante. Mais on voit aussi que cela tient à l'action du flux Φ_2 ; en éliminant ce flux Φ_2, l'action du flux Φ_1 subsiste seule et la force contre-électromotrice induite est alors donnée par l'équation (15) :

$$E_1 = \frac{N}{2\pi} \cdot (\omega - \Omega) \cdot \Phi \cdot \sin \omega t$$

$$E_1 = -\frac{8 N^2}{\pi^3 \cdot \mathcal{R}} \cdot \left(\frac{\omega - \Omega}{\omega}\right) \cdot \frac{di}{dt}. \qquad (19)$$

Cette équation est alors identique à l'équation (8) pour $q = 2$.

Pour éliminer ce flux Φ_2 sans diminuer pratiquement le flux Φ_1, un moyen bien connu consiste à employer un enroulement fermé en court-circuit sur lui-même, cet enroulement ayant une vitesse angulaire sensiblement nulle par rapport au flux Φ_1 et par suite une vitesse angulaire sensiblement égale à 2Ω par rapport au flux Φ_2 ; cet enroulement doit avoir une résistance très faible et être en parfaite liaison magnétique avec l'enroulement à collecteur.

On peut, par exemple, entourer le noyau portant l'enroulement muni d'un collecteur d'un second noyau pouvant tourner librement autour de lui et qui serait muni d'un enroulement en cage d'écureuil. On commence par lancer à vide le noyau extérieur à une vitesse angulaire proche de celle correspondant au synchronisme, puis on envoie le courant alternatif simple dans l'enroulement à collecteur; le noyau extérieur fonctionnera comme l'induit d'un moteur asynchrone à courants alternatifs simples dans le voisinage du synchronisme, c'est-à-dire qu'il prendra une vitesse sensiblement égale à celle du synchronisme par rapport au noyau à collecteur et la conservera. En donnant alors au noyau à collecteur des vitesses angulaires variant progressivement, on pourra constater une impédance fonction de la vitesse angulaire d'après les équations (8) ou (19). Et le noyau extérieur à cage d'écureuil conservera toujours pratiquement la même vitesse angulaire relative par rapport au noyau à collecteur.

Il y a une difficulté pratique à rendre fou le noyau extérieur sur l'arbre du noyau intérieur tout en amenant le courant par balais à ce dernier. Il serait peut-être plus aisé de rendre fou le noyau à collecteur sur l'arbre du noyau à cage d'écureuil, en plaçant ce dernier noyau à l'intérieur du premier.

On peut encore employer un moteur à courants alternatifs simples à rotor induit, munir l'enroulement inducteur stator d'un collecteur et de balais, et faire tourner ces balais au lieu de faire tourner l'enroulement à collecteur; cela revient au même, puisque Ω est d'une façon générale la vitesse angulaire *relative* de l'un des deux organes, porte-balais ou anneau à collecteur, par rapport à l'autre. Dans ce cas, on commence par amener par un procédé quelconque le rotor induit à une vitesse angulaire proche de celle correspondant au synchronisme, puis on lance le courant alternatif simple dans l'inducteur par les balais et on fait ensuite tourner les balais avec une vitesse angulaire que l'on fait varier d'une façon progressive, afin d'éviter tout décrochage du rotor induit.

PAUL GIRAULT.

ALTERNATEUR AUTO-EXCITATEUR COMPOUND

Dans une dynamo shunt à courant continu, les balais sont, à vide, calés suivant la ligne perpendiculaire à la ligne des pôles. En charge, ces balais doivent être décalés dans le sens du mouvement et l'on constate entre balais



une chute de tension par rapport à la marche à vide plus grande que ne le comporterait la résistance ohmique de l'induit. Cette nécessité de toucher aux balais et cette exagération de la chute de tension en charge sont entièrement dues aux divers effets magnétiques produits par la circulation du courant dans l'armature. M. Fischer-Hinnen et M. Ryan ont indiqué depuis longtemps un procédé pour contre-balancer les effets de cette circulation du courant dans l'armature. Il consiste à disposer, dans des encoches, sur les pièces polaires de la machine, des conducteurs parcourus par le courant total de l'induit et dans un sens tel qu'ils aient des effets magnétisants inverses de ceux des conducteurs de l'induit.

Ce dispositif remplirait exactement le but qu'on se propose si l'inducteur d'une dynamo shunt avait, ainsi que le préconise M. Leblanc, la forme annulaire du stator d'un moteur à champ tournant.

On disposerait alors sur l'inducteur un enroulement identique à celui de l'induit.

Nous appellerons ce dispositif, connu sous le nom d'enroulement de Ryan, le compoundage *rationnel* de la dynamo shunt par opposition avec le compoundage habituel que l'on effectue en disposant des spires en gros fil sur les bobines des inducteurs à pôles saillants.

Le compoundage rationnel anéantit le flux propre à l'induit non seulement en grandeur, mais *en direction*.

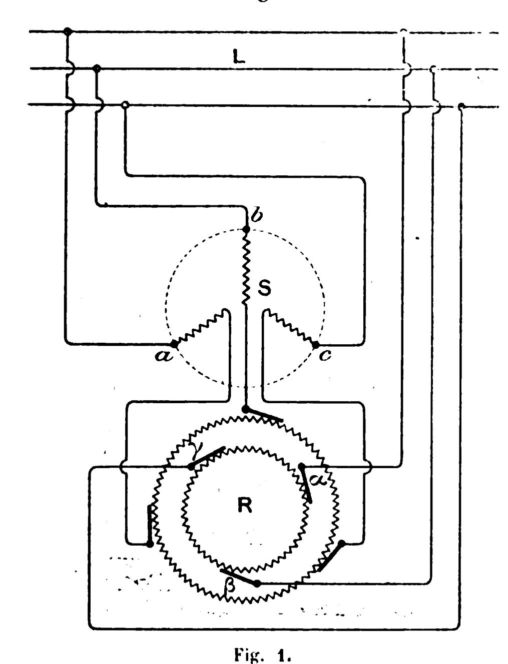


Fig. 1.

Grâce à ce compoundage, une dynamo shunt à inducteur annulaire deviendrait à calage invariable des balais et à f. é. m. constante en régime variable. Quelle que fût la charge, en effet, on resterait dans les conditions du fonctionnement à vide.

Le compoundage rationnel est essentiellement applicable à l'alternateur auto-excitateur shunt [1]. Il suffirait (fig. 1) de disposer sur le rotor inducteur de l'alternateur, en dehors de l'enroulement shunt d'excitation, un enroulement série avec collecteur spécial. L'étoile du stator serait fermée en triangle dans cet enroulement auxiliaire par trois balais à 120°. Supposons que l'on cale ces trois balais de telle façon que les ampères-tours de l'enroulement série soient en opposition avec les ampères-tours du stator, et supposons que le dimensionnement de l'enroulement soit d'ailleurs tel que ces ampères-tours contrebalancent exactement leurs effets; on se rend immédiatement compte que le flux propre à l'induit serait alors, quoi qu'il advînt, anéanti en grandeur et *en direction*.

Quels que fussent les décalages des courants circulant dans le stator sur n'importe quels vecteurs, les effets magnétisants produits par la circulation de ces courants dans le stator seraient toujours exactement compensés. Un fait remarquable, c'est que les courants pourraient avoir des intensités et des déphasages totalement différents sur chaque phase sans que cette compensation fût compromise. Le flux qui serait développé par l'enroulement série du rotor inducteur suivrait toujours toutes les fluctuations du flux qui serait développé par le stator de façon à le contrebalancer exactement.

Dans ces conditions, l'alternateur à excitation composée devient à calage invariable des balais, avec une fréquence constante, et la tension induite sur chaque phase reste

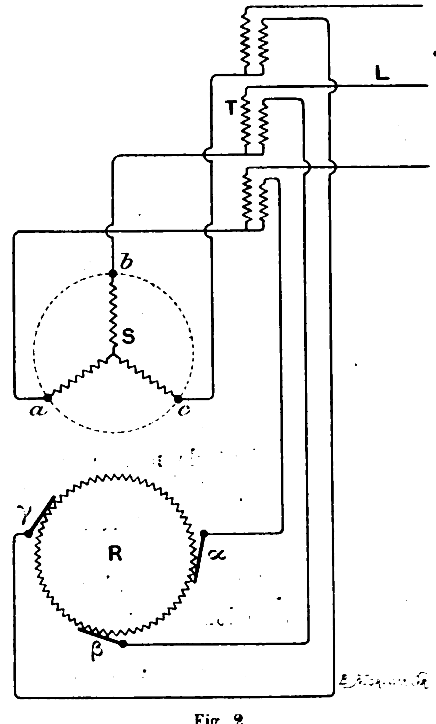


Fig. 2.

constante, quelles que soient les charges inductives et *non-inductives* sur chaque phase en particulier.

L'alternateur pourrait même débiter sur deux phases seulement et devenir un alternateur à courant alternatif simple. Il resterait compound.

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 25 février 1902, p. 77.

C'est là donc un compoundage *tout à fait général* et d'une grande sûreté.

La présence de deux enroulements distincts et de deux collecteurs sur le rotor inducteur compliquerait l'alternateur et augmenterait d'ailleurs le poids de cuivre inducteur puisque les forces magnétomotrices des deux enroulements seraient généralement en quadrature.

Heureusement que la superposition de l'excitation série et de l'excitation shunt peut se faire très simplement dans le même enroulement, grâce à l'emploi d'un transformateur compoundeur T (fig. 2). On disposerait, pour le règlage, des shunts sur les trois secondaires. Par l'intermédiaire de ce transformateur, le réseau exercerait une induction mutuelle toujours appropriée sur le circuit d'excitation. Je n'entrerai pas ici dans des développements mathématiques à ce sujet. L'addition de ce transformateur rend l'alternateur shunt à calage invariable des balais.

Théoriquement, dans un alternateur compound fonctionnant isolément, la marche du rotor reste rigoureusement synchrone, quelles que soient la charge et la vitesse; pratiquement, on peut dire que la marche *moyenne* du rotor sera synchrone.

Dans ces conditions, il n'est nullement absurde d'admettre qu'il se développera du magnétisme rémanent dans le rotor inducteur. L'alternateur pourra alors s'amorcer aussi facilement que les dynamos à courant continu.

Cet alternateur, grâce à son compoundage, sera d'une extrême légèreté.

MARIUS LATOUR.

SUR LA MESURE DES ISOLEMENTS

Je crois bien que la théorie des isolements fantastiques de câbles, vestige des âges préhistoriques de l'électricité, est sortie en assez pitoyable état de la discussion à laquelle le comité de la *Société des Électriciens* a récemment convié ses membres. Prise courtoisement à partie par M. Grosselin, qui avait cru prudent de mettre des gants pour commencer l'attaque, malmenée un peu plus par M. Gay, davantage par M. Charpentier, la pauvre n'en menait pas fort large — malgré une éloquente et méritoire tentative de repêchage de M. Brylinski — quand M. E. Sartiaux, rapporteur de la commission, est venu lui donner le coup de pied final qui l'a jetée à terre, en nous lisant les arguments fort nets et fort convaincants élaborés par M. Picou [1].

Qu'il me soit permis de témoigner de ce résultat une certaine satisfaction personnelle. Dès 1893 j'ai exposé aux membres de la *Société des Électriciens* [1] comme quoi il me semblait tout à fait exagéré et tout à fait inutile d'exiger des câbles à courants alternatifs des isolements de milliers de mégohms, alors que, par le simple jeu des courants de capacité, ces isolements tombent, en marche, à quelques milliers d'ohms à peine. « Tout ce qu'on peut exiger, ajoutai-je, c'est que l'isolement ohmique soit notablement supérieur à l'isolement apparent en marche, de sorte que 1 et même que $\frac{1}{2}$ mégohm pour chaque câble sera largement suffisant, *pourvu qu'on soit certain de la conservation de cette valeur.* » Il est toujours agréable de constater qu'on a été bon prophète — ne fût-ce que pour compenser les désillusions en sens inverse.

D'ailleurs si les grands isolements sont une superfétation au point de vue industriel, au point de vue scientifique même il n'est pas téméraire de soutenir que les essais sur lesquels ils reposent n'ont à peu près aucune signification.

Je sais bien que cette opinion risque de heurter la manière de voir généralement admise, qui consiste à considérer comme fort exacts les résultats de ces essais. Si un câble essayé par la méthode de la déviation sous une tension de 100 volts fournit, après deux minutes, je suppose, un courant de 1 millionième d'ampère, personne n'hésite d'ordinaire à conclure qu'à ce moment du moins « l'isolement » du câble est de 100 mégohms; et si l'image du réticule qui se projette sur l'échelle se rapproche petit à petit du zéro, montrant que le courant « d'isolement » diminue avec lenteur, sans se fatiguer le cerveau à se demander pourquoi il diminue, on conclut tout tranquillement que « l'isolement » du câble augmente avec la durée d'électrification.

Il y a pourtant une interprétation quelque peu différente.

Elle consiste à admettre que les conclusions précédentes ne signifient rien du tout.

C'est ici le moment de rappeler brièvement que, dans un travail qui constitue une application fort intéressante des mathématiques à l'électricité, mon regretté camarade Hess s'est fait le porte-parole de cette opinion quelque peu révolutionnaire [2].

A la suite de Maxwell, M. Hess incrimine les parcelles microscopiques d'humidité ou de matières analogues qui se trouvent toujours noyées en proportion plus ou moins grande dans l'isolant des câbles et qui joignent à une faible *conductibilité* une certaine *capacité inductive*.

Découpons dans l'isolant du câble essayé un cylindre infiniment petit AD intéressant une de ces gouttelettes; nous avons ainsi une succession de trois diélectriques AB, BC, CD (fig. 1), qui, sous l'action de la pile de charge, se comporteront comme un ensemble de trois condensa-

[1] L'inconvénient des bas isolements est d'être compatibles avec de véritables défauts, ce qui n'est pas le cas pour les hauts isolements, car à supposer même que toute la conductibilité d'un câble à haut isolement soit localisée en un seul point, ce point lui-même ne serait pas un défaut véritable. Mais l'essai de tension annihile cet inconvénient en empêchant les défauts de passer inaperçus.

[1] *Société des Électriciens*, séance du 6 décembre 1893. — Voy. aussi *L'Industrie électrique* du 25 novembre 1893.

[2] La *Lumière électrique*, 26 nov. 1892.



teurs montés en série (fig. 2), dont celui du milieu, BC, qui correspond à la goutte d'eau, est shunté par une très grande résistance R correspondant à la conductibilité de cette gouttelette.

Supposant appliquée aux armatures extérieures A et D de cet ensemble, la différence de potentiel de la pile d'essai, M. Hess établit les équations différentielles relatives à la charge du système. Or, résultat éminemment intéressant, la résolution de ces équations révèle que notre ensemble de trois condensateurs, dont un shunté, n'est susceptible, après un premier afflux d'électricité, que d'une charge complémentaire très lente, correspondant à un courant décroissant avec une extrême lenteur pendant des heures, pendant des jours entiers : c'est donc ce qui n'est, en réalité, qu'une décroissance de courant de charge qu'on interprète de façon si fantaisiste en disant que l'isolement augmente avec la durée d'électrification.

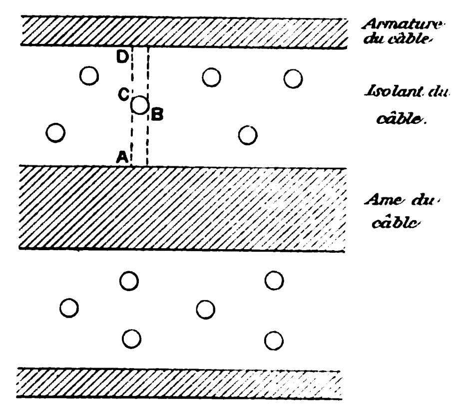


Fig. 1. — Théorie de M. Hess.

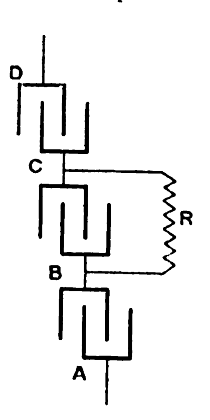


Fig. 2. — Schéma d'un diélectrique hétérogène.

Tous les phénomènes observés pendant la mesure de « l'isolement » s'expliquent donc de façon tout à fait imprévue dans cette théorie; et la conséquence qui en ressort avec le plus d'évidence, c'est que, comme je le disais tout à l'heure, nos méthodes de mesures d'isolement industrielles ne signifient pas grand'chose, puisqu'on prend pour du courant ohmique ce qui n'est — au moins en partie, souvent en très grande partie — qu'une charge de condensateur. Quant à l'isolement réel, il a bien des chances — c'était du moins l'opinion de M. Hess — d'être *infini* dans la majeure partie des cas, notre ensemble AD, sur trois condensateurs, en comportant deux qui ne sont pas shuntés.

Si le savant travail de M. Hess et les importantes conclusions qu'il en a tirées au point de vue de la pratique journalière des essais de câbles, ne sont pas mieux connus, la déférence qu'inspirent au commun des mortels les équations différentielles un peu compliquées n'y est sans doute pas étrangère. Dans la difficulté où on est le plus souvent de saisir quelque chose au mécanisme des phénomènes qu'elles révèlent, on est porté à dénier à ces conceptions de haute volée toute portée pratique et à passer, sans plus tarder, à un autre exercice. C'est sans doute un peu ce qui a dû se passer en la circonstance. Et, de fait, à examiner même assez attentivement l'association de condensateurs qui révèle à l'analyse ces singulières propriétés, il est assez difficile de saisir pourquoi l'électricité déroge, si étonnamment ici par une extrême lenteur d'action, à la quasi instantanéité dont elle est coutumière.

Pour donner à cette importante théorie une représentation plus palpable, pour la mettre en quelque sorte « à la portée de tout le monde », j'ai imaginé une analogie hydraulique qui en fera saisir, je l'espère, tous les détails avec une parfaite netteté.

J'ai déjà eu l'occasion, en maintes circonstances, de représenter hydrauliquement un condensateur par un vase V (fig. 3) ouvert à ses deux extrémités, rempli d'eau et partagé en deux compartiments *m* et *n* par une membrane mince et élastique. Si l'on met en relation ce vase V par les tubes T et T' avec les deux vases A et B, placés à des niveaux différents, un *courant de charge* se produit, qui a pour effet de tendre la membrane et qui, après avoir diminué progressivement, s'éteint quand la tension de la membrane équilibre exactement la pression agissante.

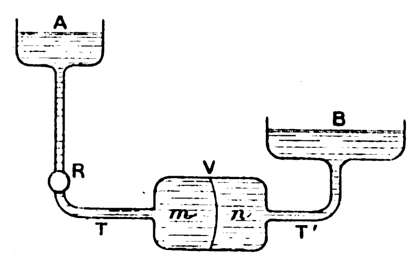


Fig. 3. — Représentation hydraulique d'un condensateur.

On peut tirer de cette analogie très simple les idées les plus nettes sur les courants de déplacement, sur le véritable rôle des isolants, sur les oscillations et la résonance électriques, etc. Sans insister sur ces différents points, constituons la représentation hydraulique de notre ensemble de condensateurs de la figure 1 en la limitant, pour simplifier, aux deux premiers d'entre eux, AB et BC. Chacun sera à même de vérifier tout à l'heure que rien ne serait changé en étendant le raisonnement aux trois conducteurs.

Le vase V (fig. 4) figurera pour nous le condensateur AB, V' représentera le condensateur BC et la grande résistance R, qui correspond à la conductibilité de la gouttelette d'eau, sera figuré par le tube *t*, de *très faible section*. Ceci posé, ouvrons R. Nous avons naturellement production d'un courant de charge initial très brusque, très intense, qui tend les deux membranes et les amène à la position de la figure 5, telle que la somme des tensions des deux membranes équilibre la pression de l'eau.

Ce premier phénomène, qui correspond au brusque courant de charge initial observé dans la mesure des câbles, est d'ailleurs trop rapide pour être modifié en quoi que

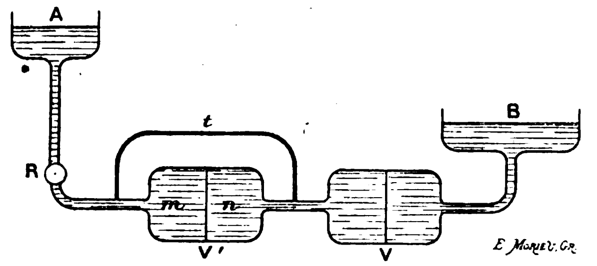


Fig. 4. — Représentation hydraulique des isolants hétérogènes.

ce soit par la présence du tube *t*, en raison de la section très petite de celui-ci.

Mais laissons R ouvert et considérons l'état final au

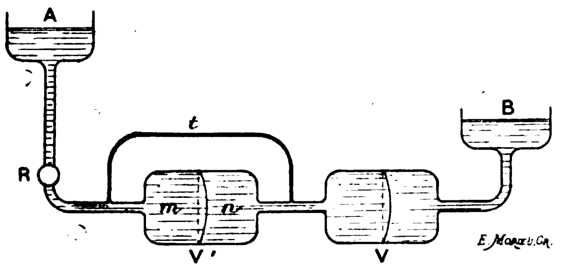


Fig. 5. — Charge initiale.

bout d'un temps très long (fig. 6). Ici, notre tube *t* a eu le temps d'intervenir et la membrane de V′ s'est peu à peu dégonflée complètement, car ce tube *t*, sous l'influence de la tension de cette membrane, a peu à peu

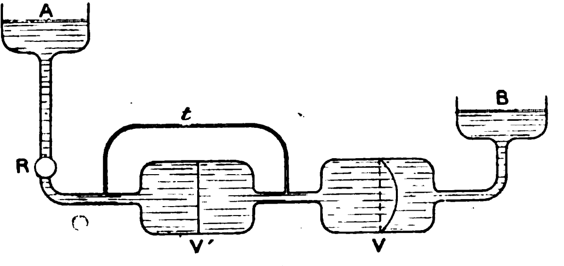


Fig. 6. — État final.

transporté le liquide de V′ du compartiment *m*, où il était comprimé, au compartiment *n*, où il est aspiré. Seulement, ceci est un effet purement local qui, dans l'analogie, se passe dans notre gouttelette d'eau, et que nous n'avons pas de moyen de constater *de visu*. Mais comme V′ s'est dégonflé, c'est V qui supporte finalement par *t* toute la pression de l'eau. Donc, la poche de V prend finalement la forme beaucoup plus renflée de la figure 6 et toute l'augmentation de cette poche a nécessité l'emprunt, au vase A, d'un supplément de liquide qui a été véhiculé très lentement vers V à travers la minuscule section du tube *t*, déjà obstrué par le courant local de *m* à *n*. Telle est la matérialisation aussi exacte que possible du courant de charge très prolongé et lentement décroissant observé dans les essais d'isolement.

Un autre phénomène important qu'on observe dans ces essais est celui des *décharges résiduelles* successives. La théorie de Hess rend compte de ce curieux phénomène resté longtemps inexpliqué. Notre analogie, si elle est exacte, doit donc s'y prêter également. Nous savons que notre ensemble, chargé pendant un temps assez long, est caractérisé par V gonflé, V′ dégonflé. Tournons le robinet R à 3 voies (fig. 7) de manière à mettre T en

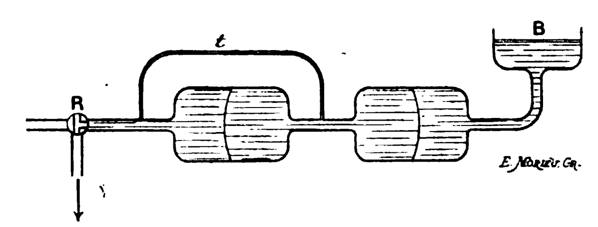


Fig. 7. — Décharge initiale.

relation avec l'extérieur. Sous l'influence de la tension de V, un *courant de décharge* se produit, qui expulse au dehors une partie du liquide, mais qui, en même temps, gonfle la membrane V′ en sens *inverse* de V, de sorte que le courant de décharge, au lieu de continuer jusqu'à l'entier dégonflement de V, s'arrêtera lorsque les tensions opposées des deux membranes se feront équilibre, le tube *t*, par suite de sa petite section, n'ayant d'ailleurs pas eu le temps d'intervenir. Mais refermons R de manière à abandonner notre système à lui-même (fig. 8). La mem-

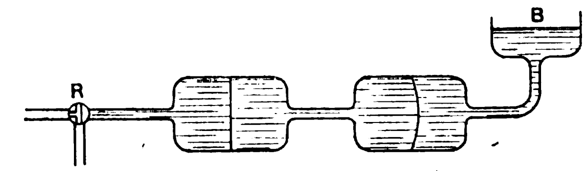


Fig. 8. — État final après repos prolongé : Cause de la décharge résiduelle.

brane V′ se dégonfle par suite de l'action progressive de *t*, mais V conserve son résidu de gonflement. Si donc nous ouvrons R, nous aurons une seconde décharge, inférieure à la première, une *décharge résiduelle*. Ici encore, la reproduction des faits observés en électricité est frappante, et nous pouvons nous risquer à conclure que la théorie de Hess est exacte et que les isolements, suivant le sens qu'on attache à ce mot, n'ont pas grand'chose à voir dans la mesure des câbles, du moins des câbles tels qu'on les fabrique aujourd'hui.

En conséquence, c'est tout autre chose que ce qu'on croit mesurer, que nos essais actuels d'isolement mesurent en réalité, ce sont des indications complètement fausses qu'ils nous fournissent, et c'est à des conclusions fantaisistes qu'ils risquent de nous mener si nous n'y prenons garde. Par exemple, à un fabricant désireux d'obtenir des isolements selon la formule actuelle, on pourrait donner d'excellents conseils. Que faudrait-il pour transformer les phénomènes de charge lente ci-dessus étudiés en une charge instantanée et complète, suivie, dans l'hypothèse d'un bon isolant, du repos complet, correspondant à un isolement infini? Il suffit, pour s'en

rendre compte, de se reporter à notre analogie; il suffit d'augmenter beaucoup le diamètre du tube t, dont l'intervention annihilera alors le vase V. Or, augmenter le diamètre de t revient à augmenter la conductibilité de nos gouttelettes, et rien n'est plus facile : il suffira d'ajouter un peu d'acide sulfurique à l'eau employée dans la fabrication des câbles [1]. Ainsi, trouver beaucoup meilleur l'isolement à l'acide sulfurique serait l'une des conséquences logiques de la pratique actuelle!

En résumé, et pour cette raison quelque peu différente de celles qu'on a énumérées jusqu'ici à la *Société des Électriciens*, on ne devrait considérer l'essai d'isolement que comme une précaution préparatoire; mais le véritable, le seul essai auquel il semble intéressant de s'attacher, c'est l'essai de tension. C'est sur ce dernier qu'il convient d'insister, et au point de vue de la tension d'essai et à celui de sa durée d'application.

Et, à mon sens, il ne saurait être mauvais de pousser à cet égard la sévérité à ses plus extrêmes limites, surtout en matière de courants alternatifs, car on ne sait que trop quels assauts livrent parfois à l'isolant des câbles les pointes de nos courants soi-disant sinusoïdaux.

GEORGES CLAUDE.

WATTMÈTRE POUR COURANTS ALTERNATIFS

AVEC BOBINE DE CONTROLE DES ERREURS

Les wattmètres industriels donnent des résultats erronés sur les circuits dans lesquels l'intensité du courant est fortement déphasée sur la force électromotrice. M. R. Beattie indique, dans *The Electrician* du 14 mars, un dispositif très simple qui permettrait de déterminer l'erreur commise et d'en tenir compte. Le procédé qu'il indique est basé, en principe, sur la formule classique de correction d'un wattmètre, formule qui, dans le cas où la constante de temps du circuit à fil fin est assez petite, peut s'écrire sous la forme approchée :

$$P_{ind} = P\left(1 + \frac{\omega l}{r} \operatorname{tg} \theta\right). \qquad (1)$$

formule dans laquelle on a :

P_{ind} puissance indiquée par l'appareil ;
P puissance réelle ;
ω pulsation du courant alternatif ;
l self-induction du circuit à fil fin ;
r résistance du circuit à fil fin ;
θ déphasage du courant sur la force électromotrice dans l'appareil d'utilisation.

[1] Bien entendu, la conclusion cesserait d'être valable avec des isolants médiocres et aussi à supposer que d'autres corpuscules conducteurs que l'eau interviennent. En tout état de cause, l'essai serait curieux à tenter, ne fût-ce que comme vérification de la théorie de Hess.

La méthode consiste à adjoindre au wattmètre une bobine de self-induction égale à celle de la bobine suspendue, et une résistance sans self égale à celle de cette bobine, laquelle est disposée dans l'appareil de façon à ne pas agir sur la bobine mobile. A l'aide d'un commutateur à deux directions, on peut intercaler dans le circuit à fil fin du wattmètre, soit la bobine sans self-induction, soit la bobine inductive. On fait une première lecture avec la bobine sans self, et une seconde lecture avec la bobine ayant une self-induction, ce qui *double* l'erreur causée par la self-induction du circuit à fil fin. En retranchant ou en ajoutant à la première lecture la différence des deux lectures, on a la valeur de la puissance vraie. On doit retrancher ou ajouter la différence des deux lectures à la première suivant que la seconde lecture est plus grande ou plus petite que la première, puisque, dans chaque cas, la seconde lecture *augmente* l'erreur.

Ce procédé est basé sur l'exactitude approchée de la formule (1) qui est linéaire, c'est-à-dire sur la faiblesse du déphasage du courant dans le fil fin. Si ce déphasage est important, la formule cesse d'être linéaire et la méthode n'est plus applicable.

En pratique, si l'on accepte une erreur de 1 pour 100, la réactance $2\omega l$ du fil fin, y compris celle de la bobine auxiliaire, doit être plus petite que le vingtième de la résistance, condition toujours satisfaite avec des wattmètres même médiocres, pour rendre la méthode applicable.

Si l'appareil muni de sa bobine de contrôle ne présente pas toujours une rigueur absolue, il a tout au moins l'avantage de mettre nettement en relief l'erreur que l'on peut commettre en l'employant dans chaque cas particulier, lorsque l'ordre de grandeur de la fréquence ou du déphasage inspirent quelques doutes sur la précision de la mesure à effectuer.

La formule de correction suppose le courant sinusoïdal. S'il ne l'est pas, la formule et la méthode restent néanmoins applicables, pourvu que la réactance du circuit à fil fin pour l'harmonique de rang le plus élevé soit plus petit que le vingtième de la résistance du circuit.

En pratique, lorsque le wattmètre satisfait à l'inégalité

$$\frac{\omega l}{r} < 0{,}01,$$

pour l'harmonique le plus élevé, ses indications sont exactes à 1 pour 100 tant que le facteur de puissance reste supérieur à 0,7.

Si on lui adjoint une bobine de contrôle permettant d'évaluer des erreurs de 100 pour 100, le même wattmètre peut être utilisé avec des facteurs de puissance de l'ordre de 0,01. A. Z.

Téléphones de l'Industrie électrique :

RÉDACTION : N° 812-89.
ADMINISTRATION { N° 704-44. N° 704-23.



REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 24 février 1902.

Application de l'arc chantant de Duddell à la mesure des faibles coefficients de self-induction. — Note de M. Paul Janet, présentée par M. Mascart. — On sait, par les expériences de Duddell, que si, sur un arc à courant continu, on met en dérivation un circuit comprenant un condensateur de capacité C et une self-induction L, l'arc, dans certaines conditions de réglage, rend un son très pur ayant pour période

$$T = 2\pi\sqrt{CL}. \qquad (1)$$

Pour des capacités de 7 à 8 microfarads et des self-inductions très faibles, se réduisant aux spirales des fils de communication, le son obtenu est très aigu et l'intensité du courant alternatif à grande fréquence peut atteindre 20 à 25 ampères efficaces dans le circuit qui comprend le condensateur.

Cela posé, mesurons avec un ampèremètre thermique l'intensité I dans le circuit dérivé, avec un voltmètre thermique la différence de potentiel U aux bornes de la bobine; nous avons, en négligeant la résistance de cette bobine devant sa réactance (rien n'empêcherait d'ailleurs d'en tenir compte) et en négligeant aussi la self-induction du reste du circuit,

$$I = \frac{U}{L\omega}. \qquad (2)$$

D'autre part,

$$\omega = \frac{2\pi}{T}. \qquad (3)$$

En éliminant T et ω entre (1), (2) et (3) on trouve

$$L = \frac{U^2C}{I^2}.$$

Cette formule permet de calculer L au moyen de mesures purement électriques et sans aucune mesure acoustique :

$C = 8$ microfarads, $I = 4{,}4$ ampères $U = 86$ volts;

d'où

$$L = 0{,}003 \text{ henry}.$$

Il est d'ailleurs facile de mesurer des coefficients beaucoup plus faibles que celui-là.

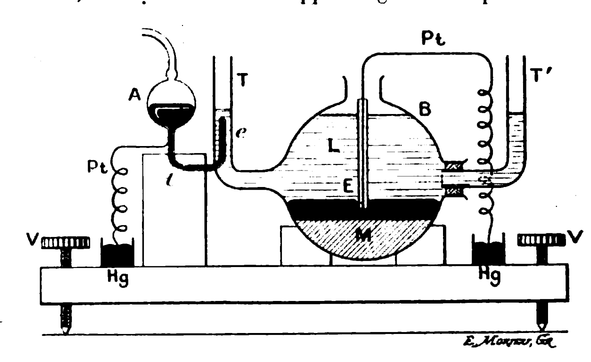
La méthode s'applique bien pour les bobines à gros fils et à faible résistance pouvant supporter un courant de quelques ampères.

Pour les bobines à fil fin, telles que les bobines de wattmètre, on pourrait modifier les méthodes en mettant la bobine en dérivation sur une différence de potentiel connue prise sur le circuit principal à grande fréquence et en mesurant l'intensité qui la traverse au moyen d'un ampèremètre suffisamment sensible.

Sur un électromètre capillaire. — Note de M. Pierre Boley, présentée par M. Mascart. — I. L'électromètre capillaire de M. Lippmann, si précieux pour l'étude des différences de potentiel vraies au contact, ne peut fonctionner avec les amalgames liquides saturés, qui ne sont pas assez mobiles dans les tubes très capillaires. C'est pour entreprendre l'étude électrique de ces amalgames que j'ai été amené à construire un électromètre d'emploi très général.

Le mercure (ou l'amalgame) est contenu dans une pipette A dont le tube inférieur t est étiré et recourbé deux fois à angle droit. Ce tube t possède à son extrémité verticale e un diamètre intérieur voisin de 1 mm, et sa section est rodée. C'est là qu'on forme le ménisque, de sorte que l'électromètre peut s'appeler *électromètre à goutte libre*.

La goutte émergente est entourée de l'électrolyte L, grâce à une cuvette spéciale formée d'un ballon B à deux tubulures latérales, dont l'une T enveloppe la goutte et permet d'en



viser le sommet au microscope, tandis que l'autre tube T', qui peut tourner dans son bouchon, sert à vider l'appareil. La grande électrode E est établie sur un fond de mastic M et son diamètre (12 cm) la rend pratiquement impolarisable. L'appareil se règle aisément et le ménisque doit être éclairé par une petite source lumineuse placée à proximité et un peu au-dessus, de façon à produire dans le microscope deux ou trois franges noires parallèles à l'image du sommet. On met au point pour la frange la plus voisine du ménisque, ce qui donne le maximum de netteté.

Pour mesurer des forces électromotrices, on emploie comme d'habitude le compensateur de M. Bouty et une pile constante.

J'emploie, par commodité, une pile qui ne nécessite aucune manipulation. C'est un vaste élément, genre Latimer Clark, contenu dans un vase à précipiter de section de 2 dm². Le mercure est dans le fond, surmonté du sulfate mercureux, et de l'amalgame de zinc pâteux est renfermé dans un vase étroit noyé dans le sulfate de zinc à l'état de solution saturée à la température de la salle d'expériences.

La constance, parfaite sur 10^4 ohms au moins, tient à la grande surface du mercure et à la faible résistance qui facilite la dépolarisation.

II. Voici les premières données relatives à l'électromètre à goutte libre. Je l'ai d'abord employé dans les conditions ordinaires, avec du mercure pur et de l'acide sulfurique étendu au $\frac{1}{5}$.

1° Dans ces conditions l'image du ménisque se déprime nettement pour une force électromotrice intercalée de $\frac{1}{5\times10^4}$ volt. Par exemple, avec une goutte de diamètre 1 mm la dépression apparente est d'environ $\frac{1}{8}$ de millimètre pour un grossissement de 100.

2° Pour des forces électromotrices croissantes les dépressions du ménisque obéissent à une loi d'abord très simple : jusqu'à $\frac{1}{100}$ de volt ces dépressions sont exactement proportionnelles aux forces électromotrices intercalées.

3° Le zéro reste absolument fixe si l'appareil est placé seul sur un support à l'abri des vibrations extérieures.

Avec l'amalgame d'argent saturé, le seul que j'aie employé jusqu'ici, on obtient la même sensibilité et des dépressions du même ordre de grandeur qu'avec le mercure. Le ménisque d'amalgame est très mobile et son zéro reste absolument fixe.

III. L'électromètre à goutte libre peut donc, dans les conditions habituelles, remplacer celui de M. Lippmann; il est très facile à construire, son fonctionnement est sûr, puisque la goutte est et demeure libre, et l'on peut compter sur une sensibilité de $\frac{1}{5\times10^4}$ volt. En effet, j'ai toujours obtenu cette sensibilité avec divers modèles où le diamètre des gouttes variait de $\frac{1}{2}$ jusqu'à 2 mm. De plus, la loi de proportionnalité des dépressions aux forces électromotrices, vraie jusqu'à $\frac{1}{100}$ de volt, permet de mesurer commodément les différences de potentiel par la méthode de zéro; on peut arrêter la compensation quand elle est obtenue à moins de $\frac{1}{100}$ de volt, et la dépression lue indique la différence résiduelle des potentiels. On peut ainsi comparer des potentiels à $\frac{1}{5\times10^4}$ volt près, même avec un compensateur donnant seulement $\frac{1}{10^4}$ volt, ce qui est le cas le plus fréquent.

Enfin, la possibilité d'employer cet électromètre avec les amalgames liquides semble permettre la mesure des différences de potentiel vraies au contact de ces amalgames et de certains électrolytes par la méthode du maximum de constante capillaire; c'est le but que je poursuis et pour lequel je cherche à établir un manomètre de sensibilité correspondant à celle de l'instrument.

Séance du 3 mars 1902.

Recherches sur le siliciure de calcium $CaSi^2$. — Note de MM. H. Moissan et W. Dilthey. (*Extrait.*) — Le siliciure de calcium $CaSi^2$ a été obtenu pour la première fois par Wöhler [1], en chauffant dans un creuset du chlorure de calcium fondu, du sodium et du silicium cristallisé. Wöhler a préparé ainsi un mélange de silicium et de siliciure de calcium renfermant des quantités variables de magnésium, de sodium, d'aluminium et de fer. Ce siliciure n'était que très difficilement attaquable par l'eau froide.

Beaucoup plus tard, de Chalmot [2], en chauffant au four électrique de la silice, de la chaux et du charbon, a obtenu un mélange de carbure de calcium et de siliciure de calcium. La masse fondue contenait en outre du silicium libre et une notable quantité de siliciure de fer.

Enfin, tout récemment, M. Jacobs [3] a indiqué la préparation au four électrique, par l'action du charbon sur un mélange de chaux et de silice, d'un siliciure rapidement décomposable par l'eau froide comme le carbure de calcium avec production d'oxyde hydraté, de silice et d'hydrogène. Devant la contradiction de ces diverses expériences, nous avons été amenés à reprendre cette étude.

Nous rappellerons tout d'abord que l'un de nous a démontré que la chaux fondue en excès, en présence d'une petite quantité de silicium, oxydait complètement ce métalloïde et le transformait en silicate [4]. Nous devions donc, dans ces expériences, nous placer autant que possible en présence d'un excès de silicium pour obtenir tout d'abord un produit de composition constante.

Préparation. — Nous chauffons au four électrique un mélange intime de 35 g d'oxyde de calcium pur et 35 g de silicium pur au moyen d'un courant de 600 ampères sous 60 volts. L'expérience se fait dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités. Il faut avoir soin d'introduire le tube de charbon contenant le mélange dans le four électrique déjà chaud, et l'on doit le retirer dès que le produit est en fusion. Si, en effet, la masse fondue reste au contact du charbon du tube pendant un temps assez long, il se forme une notable quantité de carbure de calcium et finalement du siliciure de carbone. La préparation, du reste, est un peu délicate et doit être faite avec soin.

Dans tous nos essais nous n'avons pas rencontré de carbosiliciure de calcium défini.

La masse fondue obtenue après l'expérience n'est pas homogène, elle est entourée extérieurement par une couche de carbure de calcium. En dessous se trouvent des stries blanches formées par un silicate de chaux cristallisé. Enfin, au milieu, on rencontre un culot brillant de siliciure de calcium mélangé de quantités variables de silicium. Dans une de nos préparations, il ne restait plus que 0,94 pour 100 de silicium en excès.

La réduction se produit d'après l'égalité suivante :

$$2CaO + 5Si = 2CaSi^2 + SiO^2.$$

---

(1) Wöhler, *Liebigs Annalen*, t. CXXV, p. 255, et CXXVII, p. 255.
(2) De Chalmot, *Amer. chem. Journ.*, 1896, t. XVIII, p. 319.
(3) Jacobs, *British Association*, 1900, p. 699.
(4) *Sur quelques propriétés de la chaux en fusion. Comptes rendus*, 1902, t. CXXXIV, p. 136.

La silice formée s'unit à l'excès de chaux. Et, bien que nous n'employions que poids égaux de chaux et de silicium, comme le carbone du tube intervient et prend de la chaux pour former une couche extérieure de carbure de calcium, nous conservons au milieu de la masse fondue un léger excès de silicium. De plus, une partie de la chaux est volatilisée au moment de la réaction.

En résumé la chaux fondue, maintenue en fusion en présence d'un excès de silicium, fournit un composé de formule $CaSi^2$ analogue au siliciure de Wöhler. Son action sur l'eau ne peut en rien être comparée à l'action du carbure de calcium. L'eau est très lentement décomposée par ce siliciure avec production d'hydrogène. L'acide chlorhydrique étendu l'attaque beaucoup plus rapidement; il se dégage de l'hydrogène, mais il ne se produit pas d'hydrure de silicium solide.

Sur un relais électrostatique. — Note de M. V. Crémieu, présentée par M. H. Poincaré. — Un contact mobile ne peut fermer un circuit de pile qu'à la condition d'exercer une pression suffisante. Quelles que soient l'intensité du courant et sa force électromotrice, la pression nécessaire doit atteindre plusieurs centigrammes.

On ne dispose pas toujours, dans les appareils enregistreurs ou régulateurs automatiques, de forces suffisantes pour produire des pressions de cet ordre. On y remédie dans certains cas par différents artifices qui, dès qu'un contact imparfait a eu lieu, donnent naissance à une force auxiliaire qui vient s'ajouter à la force initiale. On peut ainsi fermer le circuit; mais par suite des étincelles d'induction qui ont accompagné cette fermeture, il se produit une sorte de soudure entre les pièces au contact, et la force nécessaire pour les séparer est très supérieure à celles qui ont produit la fermeture.

Ayant voulu utiliser l'électromètre absolu que j'ai précédemment décrit [1] pour régler automatiquement le potentiel de charge d'un condensateur, j'ai rencontré toutes les difficultés que je viens d'énumérer. La force dont on dispose dans les mouvements du fléau de cet appareil atteint à peine quelques millièmes de dyne.

J'ai pu y remédier par l'interposition, entre le régulateur et le courant qui anime les appareils de réglage, d'un *relais électrostatique* ainsi constitué :

Le fléau de l'électromètre régulateur F (fig. 1) (supposé perpendiculaire au plan de la figure) porte une pièce de platine isolée PP. Quand le fléau est en équilibre, PP réunit entre elles les pièces fixes AA_1 séparément reliées aux paires de quadrants fixes SS_1.

Une aiguille de mica H, dorée sur une partie de sa surface et suspendue à un fil O, peut osciller entre ces deux paires de quadrants. Cette aiguille porte de petits contacts C et D.

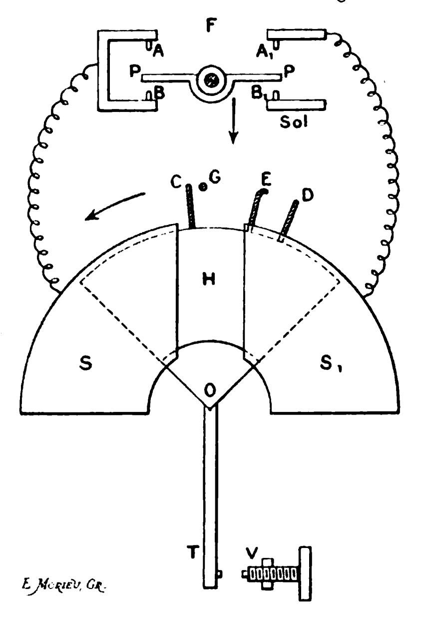
On règle la torsion du fil O de manière que C vienne appuyer contre la tige fixe G, reliée à une source à potentiel élevé (ici, au condensateur même dont on veut régler le potentiel).

Dans ces conditions, les quadrants SS_1 ne prennent que des charges faibles et sensiblement égales. L'aiguille reste immobile, en contact avec B.

Si le fléau vient à basculer, le contact PP quitte AA_1 et vient réunir entre eux B et B_1. B_1 est au sol et B, solidaire de A, en relation avec la paire de quadrants S.

Celle-ci se charge aussitôt par influence et attire l'aiguille H. Dans ce mouvement, la tige T, solidaire de H et reliée à l'un des pôles du courant, vient appuyer contre la vis V reliée à l'autre pôle; le circuit se ferme.

En même temps, le contact D est venu rencontrer la tige fixe E qui est reliée à la paire de quadrants S_1. La charge de l'aiguille se partage alors entre elle et S_1; S_1 repousse donc H à partir de ce moment; il en résulte sur l'aiguille une seconde



impulsion qui vient annuler celle en sens inverse produite par le choc entre T et V.

La fermeture du courant ayant mis en jeu des appareils convenables, le potentiel atteint bientôt la valeur voulue, ce qui ramène le fléau F à sa position d'équilibre; le contact PP touche alors de nouveau AA_1; l'aiguille est ainsi portée au même potentiel que les quadrants; la torsion du fil la ramène à sa première position; le circuit est rompu en TV.

Les avantages de ce dispositif sont les suivants :

D'une part, les contacts les plus faibles de PP suffisent pour permettre aux charges à haut potentiel de passer de A à A_1 ou de B à B_1; ces contacts ne s'accompagnent à la fermeture que d'étincelles très faibles ne mettant en jeu que des quantités très petites d'électricité. Il n'y a, par suite, pas de soudures comme celles provoquées par les étincelles dues à la self-induction dans un circuit de pile.

D'ailleurs, pour la rupture des mêmes contacts, il n'y a aucune étincelle, puisque, à ce moment-là, ces contacts sont toujours au même potentiel. La force nécessaire à cette rupture est donc rigoureusement égale à celle qui a produit la fermeture.

Il se produit bien une soudure au contact TV; mais la force qui agira pour la rompre peut se régler à volonté de façon à être toujours suffisante. Cette force est, en effet, le moment du couple de torsion du fil O qui maintient C contre B, augmenté du moment dû à la déviation de l'aiguille.

Il suffit de donner à celle-ci une surface suffisante et de régler, pour chaque valeur du potentiel, sa distance

[1] *Comptes rendus*, 1901, t. CXXXII, p. 1267.

aux quadrants. Quelle que soit la torsion primitive du fil, l'aiguille obéira à l'attraction des quadrants S pour la fermeture, et à la torsion du fil pour la rupture.

Les seules conditions de bon fonctionnement sont une grande rigidité de l'aiguille et un bon amortissement.

Il suffit donc de maintenir l'aiguille entre le fil de suspension et un fil de cocon fixé à sa partie inférieure; l'amortissement est obtenu facilement avec une ailette métallique plongeant dans un bain d'huile d'amandes douces.

L'appareil fonctionne parfaitement à partir de 1000 volts.

Adapté à un électromètre sensible, en équilibre stable, comme celui que j'ai décrit, il permet de régler automatiquement, avec une grande approximation, le potentiel d'un condensateur à partir de 1000 volts et pour toutes les valeurs désirables.

Sur l'emploi de l'électromètre capillaire pour la mesure des différences de potentiel vraies au contact des amalgames et des électrolytes. — Note de M. Lucien Poincaré, présentée par M. Mascart. — A propos d'une Note intéressante de M. Pierre Boley ([1]), je demande à l'Académie la permission de faire remarquer que j'ai moi-même décrit (Association française pour l'avancement des Sciences, Congrès de Marseille, 1891) une forme d'électromètre capillaire permettant la mesure des différences de potentiel au contact des amalgames et des électrolytes.

J'ai utilisé cet électromètre pour l'étude de diverses questions, en particulier pour examiner la variation de la différence de potentiel avec la température. Je signalerai spécialement les propriétés curieuses que j'avais remarquées de l'amalgame d'étain en présence de l'acide sulfurique : pour cet amalgame, la valeur de la force électromotrice qui rend la constante capillaire maxima est sensiblement nulle dès la température ordinaire; il en résulte qu'en construisant un électromètre avec cet amalgame, on obtient un instrument dont les indications sont indépendantes du signe de la force électromotrice.

Sur la recherche d'un rayonnement hertzien émané du soleil. — Note de MM. H. Deslandres et Décombe, présentée par M. Janssen. (Voy. *les Comptes rendus.*)

Explication de divers phénomènes célestes par les ondes hertziennes. — Note de M. Charles Nordmann, présentée par M. Janssen. (Voy. *les Comptes rendus.*)

Sur la recombinaison des ions dans les gaz. — Note de M. P. Langevin, présentée par M. Mascart. (Voy. *les Comptes rendus.*)

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 463.

BIBLIOGRAPHIE

A Handbook for the Electric Laboratory and Testing Room (Manuel pour Laboratoire et Salle d'Épreuves électriques), par Fleming, 1er volume. — *The Electrician*, éditeur, Londres, 1901.

Il n'est, en général, ni sage, ni facile, ni agréable de rendre compte d'un seul volume, sur deux dont doit se composer un ouvrage. On ne sait jamais si, ni quand paraîtra le second, non plus que ce qu'il contiendra exactement, et l'appréciation du premier doit nécessairement rester sur une certaine réserve, de crainte d'être indûment appliquée à l'inconnu. Voyez donc en effet ce qui serait advenu si nous avions dit autrefois, à propos du premier volume d'un certain *Traité élémentaire de l'Énergie électrique*, tout le bien que nous en pensons; l'auteur aurait cru sa besogne achevée et... nous serions logés à la même enseigne qu'aujourd'hui, mais nous ne nous serions pas réservé la maligne jouissance de lui dire que nous l'attendons toujours pour le féliciter. Ici cependant, d'une part, le nom de Fleming lève tous nos scrupules; d'autre part, ce premier volume constitue par lui-même une entité; enfin il est triste à dire que, écrit en anglais, il intéresse malheureusement peu, et pour cause, nos lecteurs, et ce d'autant moins que nous n'en avons pas besoin, possédant chez nous de quoi nous suffire.

Le seul point de vue sous lequel il attire notre attention est son objet immédiat, étant donné le grand nombre d'ouvrages analogues existant en Angleterre. C'est en effet aux ingénieurs-électriciens proprement dits, c'est-à-dire à ceux qui ont charge de stations centrales ou d'ateliers de constructions électriques qu'il s'adresse, à l'exclusion des physiciens purs et des télégraphistes, déjà abondamment dotés à cet égard. Aussi y faut-il moins chercher la multiplicité des méthodes, abstraction faite de leur facilité d'application et de leur précision, qu'un choix de modes de procéder éprouvés et sûrs. De même, en ce qui concerne les appareils, quelque ingénieux et intéressants que puissent être certains d'entre eux, l'auteur a dû laisser de côté ceux qui, pour des motifs quelconques, ont disparu de l'usage pour faire place à d'autres plus récents, tandis que certains ont, au contraire, survécu et ont les honneurs de la description.

Le premier volume que nous avons sous les yeux renferme, outre un chapitre préliminaire sur l'installation et le montage d'un cabinet d'essais, quatre autres chapitres respectivement dévolus à la mesure de la Résistance, de l'Intensité, de la Force électromotrice et de la Puissance électrique.

Dans le second doivent figurer les mesures de Capacité et d'Inductance, de Quantité et d'Énergie électriques, avec les épreuves de Piles, les Essais magnétiques du fer, les épreuves Photométriques et Électriques des Lampes; enfin les essais de Dynamos, Moteurs et Transformateurs.

Chaque chapitre forme par lui-même un tout complet, à la fin duquel sont placées les tables et données numériques afférentes, ordinairement groupées en fin de volume.

L'objet pratique de ce Manuel en a fait distraire du texte proprement dit les quelques discussions mathématiques qu'il appelait et qui sont imprimées en caractères plus fins, faciles à rechercher ou sauter au gré ou à la qualité du lecteur. Les cinq cents et quelques pages dont il se compose en font cependant un véritable livre de fonds bien plutôt qu'un Manuel dans la vraie acception du mot. E. B.

Les mesures électriques, Essais industriels, par Vigneron. — Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. — *Gauthier-Villars* et *Masson et Cie*, éditeurs, Paris, sans date.

Plus modeste dans ses prétentions que le précédent, ce petit volume résume, dans ses 140 paginettes, les mêmes mesures *industrielles*, faisant suite à un autre opuscule du même auteur sur les *Essais de Laboratoire*. Il est, dans la littérature des mesures, le plus court barreau de l'échelle à la base de laquelle se trouvent le « Fleming » ci-dessus et ensuite les « Armagnat », « Eric Gerard », etc.

Indépendamment de son contenu très succinct, ses divisions n'ont pas la même netteté que celles de ses devanciers, à en juger par la table des matières ci-après : Mesures magnétiques; — Mesures des puissances électriques; — Étude des courants alternatifs; — Mesures mécaniques et diverses; — Machines génératrices et motrices à courant continu; — Essai des alternateurs; — Moteurs asynchrones; — Transformateurs; — le tout complété par une Annexe donnant la Réglementation américaine pour les essais des générateurs, moteurs, transformateurs, etc. On voit par ce simple aperçu avec quelle concision tant de matières doivent être condensées. E. B.

Leçons d'Électricité industrielle, par Pionchon. — *A. Grattier et Cie*, éditeur, Grenoble, 1901.

Bien des efforts ont été tentés dans le but d'offrir au nombreux public désireux de s'initier, par une sorte de Précis, aux questions essentielles de la Science électrique appliquée, des éléments scientifiques exacts et d'un accès facile. Bien des prétendus vulgarisateurs, véritables moucherons voyant là l'occasion de bruire, se sont brûlé les ailes au flambeau de vérités qu'ils cherchaient en vain, éblouis par elles sans avoir jamais pu les atteindre. Voici enfin un ouvrage qui nous semble répondre de la façon la plus remarquable tant au desideratum si souvent formulé qu'aux vues de son auteur. Celui-ci n'est pas, il est vrai, le premier venu et l'autorité seule de son nom et de son enseignement permettait de compter en effet sur lui. Il ne nous a pas trompé et nous en sommes triplement heureux, ce volume n'étant que le premier d'une trilogie modestement intitulée Notions fondamentales d'électricité industrielle et devant comprendre, après ce volume spécial aux *Éléments d'Électricité et de Magnétisme applicables à l'Électrotechnique*, les mêmes *Notions concernant la Production et l'Utilisation industrielles de l'Énergie électrique par courants continus*, second volume, et *par courants alternatifs*, troisième volume.

Comme le dit lui-même l'éminent professeur-directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble, « dans un « enseignement aussi vaste que celui de l'Électricité « industrielle, il est bon d'éliminer de leçons orales en « nombre forcément limité la partie de l'enseignement « arrivée à un état d'élaboration assez avancé en perfec- « tion pour se prêter à une expression méthodique, « simple, claire, concise, classique, en un mot, qui, « confiée à l'impression, permet alors de consacrer le « cours proprement dit aux détails pratiques d'application « et à l'examen des questions nouvelles sans cesse sou- « levées par les parties de la science en voie de dévelop- « pement ».

Les questions ainsi traitées constituent ici, en quelque sorte, le cadre dans lequel les lecteurs trouveront plus tard à ranger méthodiquement et sans effort les mille faits qu'ils auront à considérer en détail.

Ces leçons, au nombre de 25, se partagent inégalement et suivant importance du sujet en Électrostatique, Magnétisme, Électromagnétisme, Électrocinétique. Électrothermie et Électrochimie. Voilà qui est magistralement divisé; le reste est à l'avenant et il serait difficile d'y trouver plus de netteté, de simplicité et de clarté d'exposition, jointes à une impeccabilité presque absolue. Tout au plus pourrait-on reprocher à l'auteur de parler, dès le début, de « tension électrique » sans l'avoir définie, de ne pas suffisamment différencier la chaleur et l'échauffement, comme il a bien soin de différencier le travail et la puissance, aussi bien que de trop admettre dans son langage l'expression restrictive et mal sonnante de « voltage », au lieu de « tension » ou autre, de caractère absolument général et, par suite, mieux appropriée. Il a été mieux inspiré en écrivant très franchement le mot « cation » et non pas « cathion »; mais il fallait pousser la connaissance de l'orthographe jusqu'à écrire, conformément à la règle et à l'usage, « cathode », comme on écrit « méthode », « cathédrale », etc.

Nous ne féliciterons pas d'ailleurs son imprimeur d'avoir introduit ici, où ils n'ont que faire, des caractères « modern style » dont la science doit, jusqu'à nouvel ordre, se passer et qui, s'ils sont très visibles et tranchent franchement sur le texte courant, comme le feraient d'ailleurs égyptiennes et normandes, ont le double inconvénient d'être identiques pour les symboles, les notations et les figures, et de prêter à de fréquentes et faciles confusions entre les caractères suivants : 1, *l* et I.

Hormis cela, tous nos compliments à qui de droit et nos vœux les plus sincères pour un succès des plus mérités. E. B.

JURISPRUDENCE

MARCHÉ D'ÉCLAIRAGE — ABONNEMENT TACITE RECONDUCTION — MODIFICATION DANS L'INSTALLATION RÉSILIATION DE LA POLICE

M. L... tient un café dans une ville du Midi et a adjoint comme attraction à son établissement un cinématographe. Pour éclairer son café et pour faire fonctionner son cinématographe, il a passé avec une Société d'électricité deux polices : l'une des 8 février - 7 octobre 1897, relative à l'éclairage de l'établissement proprement dit ; l'autre du 1er avril 1899 concernant le supplément d'électricité nécessaire à la mise en marche de l'appareil cinématographique. Aux termes des articles 5 et 19 de la première de ces deux polices, toute modification apportée dans l'installation électrique par l'abonné pouvait autoriser la Société à supprimer le courant électrique ; d'autre part, à défaut de paiement des quittances d'éclairage, la Société avait le droit de refuser à continuer la fourniture d'électricité et de résilier de plein droit la police. D'après la police du 1er avril 1899, la convention relative à la fourniture d'électricité nécessaire au cinématographe ne devait durer qu'un mois après la mise en service ; passé ce délai, la fourniture ne devait être continuée qu'après entente préalable sanctionnée par un échange de lettres.

Le 12 août, à la suite d'observations présentées par la Société qui prétendait que le sieur L... avait détourné à son profit un courant électrique supérieur à celui auquel il avait droit, un accord verbal intervenait qui limitait l'intensité à laquelle il pouvait prétendre. Puis, le 20 septembre, la Société faisait cesser le service du cinématographe. L... ayant alors emprunté à la descente desservant les lampes du café le courant nécessaire au fonctionnement du cinématographe, la Société supprimait complètement toute fourniture. Cette double suppression était-elle conforme aux articles précités du traité ? L... le contestait. Il prétendait notamment, en ce qui concerne le service du cinématographe, que la police du 1er avril 1899 devait être interprétée en ce sens que tout mois commencé sans protestation de la part de la Société donnait droit à l'abonné à une continuation d'éclairage pendant toute la période mensuelle ; qu'il s'opérait à son profit comme une sorte de tacite reconduction analogue à celle qui peut résulter pour les baux de maisons ou de fermes du maintien dans les lieux du locataire après l'expiration du temps de la location. Il prétendait d'autre part qu'on ne pouvait assimiler l'emprunt qu'il avait pu faire aux lampes du café pour éclairer son cinématographe à une modification d'installation. Le Tribunal de commerce chargé de connaître de l'affaire lui avait donné raison. Mais la Cour de Toulouse a réformé ce jugement et rendu l'arrêt dont la teneur suit :

Attendu qu'une double difficulté s'est élevée entre L... et la Société d'électricité, portant, d'une part sur la suppression du supplément de lumière destiné au fonctionnement d'un cinématographe et de l'autre, sur la suppression de l'éclairage du café exploité par ledit L... ;

Attendu que pour résoudre ces deux difficultés il faut, avant tout, se reporter aux conventions écrites intervenues entre les parties ;

En ce qui touche la convention relative au cinématographe :

Attendu que cette convention est formulée, quant à son principe, dans la police du 1er avril 1899, laquelle dispose : « la présente police est signée pour une durée d'un mois après la mise en service ; la fourniture ne sera continuée qu'après entente préalable sanctionnée par un échange de lettres » ;

Attendu que l'accord verbal du 12 août ne porte que sur la quantité d'électricité à fournir ; qu'il a eu pour but de faire cesser, pour l'avenir, l'abus par lequel L... détournait à son profit un courant électrique supérieur à celui que lui attribuait le traité du 1er avril dont il ne modifie en rien l'économie, ni les conditions de durée ;

Attendu que vainement, appliquant à des fournitures consommées au jour le jour, comme l'a fait le jugement entrepris, une dénomination et des principes juridiques qui n'ont rien à voir en l'espèce, on prétendrait trouver dans la continuation du service de l'électricité destinée au cinématographe, pendant plusieurs mois, une sorte de tacite reconduction en vertu de laquelle la Société d'Électricité se trouverait obligée pour tout mois commencé à en procurer le bénéfice à L... ;

Attendu que la modification relative à la quantité, survenue le 12 août, dont il a été question ci-dessus, n'a pas déplacé les échéances ;

Attendu qu'en supprimant le service du cinématographe le 20 septembre, la Société d'Électricité n'a fait qu'user du droit que lui conférait la police du 1er avril, aucune entente préalable, sanctionnée par lettres, n'ayant modifié la durée de l'engagement, maintenu par le fait à la durée d'un mois ; d'où il suit que, malgré les accords relatifs à la quantité d'électricité à fournir, accords rendus nécessaires par l'abus imputable à L..., celui-ci se trouvait, quant à la durée de la fourniture d'électricité, à la discrétion de la Société ;

Attendu en ce qui concerne la cessation de la fourniture d'électricité pour l'éclairage du café, que les exigences de la police ne sont pas moins précises et impératives ;

Attendu en effet que l'article 5 des polices des 8 février et 7 octobre 1897 dispose que les modifications apportées à l'installation électrique par l'abonné « peuvent entrainer la suppression du courant électrique à la volonté de la Société », et l'article 19 qu'à défaut de paiement des quittances d'éclairage, la Société « pourra refuser de continuer la fourniture de l'électricité et résilier de plein droit la police » ;

Or, attendu d'une part, que L..., pour se procurer, postérieurement au 20 septembre, la lumière électrique nécessaire au fonctionnement de son cinématographe ou de ses projections, a emprunté à la descente desservant les lampes du café un courant électrique, en modifiant l'installation ; qu'il le reconnait lui-même ;

Attendu d'autre part, qu'il s'est refusé au paiement des quittances dont il était débiteur ; que ce sont là deux causes de résiliation formellement stipulées par les polices des 8 février et 7 octobre 1897, et qu'à tort le Tribunal de commerce a refusé de les reconnaître, en s'appuyant sur une prétendue inexistence du préjudice éprouvé par la Société d'Électricité ;

Par ces motifs, déclare :

1° Qu'en supprimant, le 20 septembre, le courant électrique destiné au cinématographe, la Société d'Électricité n'a fait qu'user de son droit et n'a encouru aucune responsabilité ;

2° Que la résiliation de la police relative à l'éclairage du café a été encourue tant par le fait des modifications introduites dans l'installation par l'abonné que par son refus de

paiement des quittances; et, en conséquence, prononçant la résiliation des polices des 8 février et 7 octobre 1897 et déchargeant la Société des condamnations prononcées contre elle.

Repousse l'appel incident, etc....

La partie de l'arrêt qui est relative à la résiliation par suite du changement survenu dans l'installation et du défaut de paiement des quittances n'appelle aucune explication; l'inexécution d'une obligation synallagmatique de la part de l'un des contractants peut toujours entrainer la résolution du contrat (art. 1184 C. civ.). C'est le droit commun. Le seul fait du non-paiement des quittances eût donc pu produire ce résultat, même s'il n'eût pas été prévu par la police. En l'insérant dans leur marché, les parties n'avaient fait que se soumettre d'avance à cette conséquence, en la soustrayant, dans une certaine mesure, à l'appréciation des tribunaux.

Quant au fait d'emprunter par un dispositif nouveau une partie de l'énergie canalisée dans un autre dispositif, si on peut dire qu'il ne constitue pas *stricto sensu* une modification véritable dans l'installation, on conçoit qu'il puisse néanmoins puiser ce caractère dans les circonstances de la cause, et les motifs de l'arrêt qui nous fournissent les seuls documents que nous ayons sur ce point ne sont pas assez explicites pour que nous puissions nous prononcer à cet égard. Il n'y aurait d'ailleurs aucun intérêt à le faire. C'est une pure question d'espèce.

Au contraire, le considérant relatif à la tacite reconduction mérite une mention. Ce point est réglé par l'article 1738 du Code civil, portant « que si, à l'expiration des baux écrits, le preneur reste et est laissé en possession, il s'opère un nouveau bail dont l'effet est réglé par l'article relatif aux baux sans écrit », c'est-à-dire à l'article 1759 portant « que si le locataire d'une maison ou d'un appartement continue sa jouissance après l'expiration du bail par écrit, sans opposition de la part du bailleur, il sera censé les occuper aux mêmes conditions, pour le terme fixé par l'usage des lieux et ne pourra plus en sortir ni être expulsé qu'après un congé donné suivant le délai fixé par l'usage des lieux ». Les seules énonciations contenues dans ces articles, ainsi que dans l'article 1774 qui est relatif aux baux à ferme, paraissent bien montrer qu'il ne s'agit dans ces dispositions que d'une règle exceptionnelle qui ne saurait être étendue en dehors des hypothèses pour lesquelles elles sont écrites, c'est-à-dire des baux d'appartements ou d'héritages. C'est en ces seules matières qu'on rencontre en effet des usages locaux, et c'est là seulement que la pratique des congés a sa raison d'être et son utilité spéciale. A ce titre, on comprend donc que la Cour de Toulouse n'ait pas cru devoir en faire application à l'espèce qui nous occupe et qui n'a rien à voir avec le louage de maisons ou de terres. Cependant la doctrine semble disposée à transporter l'effet de ces prescriptions du louage des choses au louage des services, dans les rapports du patron avec ses ouvriers ou employés. D'autre part, la jurisprudence elle-même — et nous nous proposons de revenir dans une prochaine causerie sur ce point — n'a pas hésité à admettre la possibilité d'une tacite reconduction en matière d'abonnement téléphonique, et on peut citer en ce sens un arrêt de la Cour de Nancy du 9 mai 1896. Et comme les abonnements au téléphone ou à un service d'éclairage électrique ont de nombreux points de contact, une décision contraire n'eût pas été faite pour surprendre.

Sans entrer plus avant dans cette discussion délicate, ce qui paraît avoir déterminé particulièrement la Cour ici, c'est qu'il ne s'agissait à proprement parler de louage d'aucune sorte, mais bien d'un marché de fourniture, et que la tacite reconduction n'a jamais lieu en matière de vente. Il convient d'ajouter que les termes mêmes du contrat étaient exclusifs de toute facilité semblable, puisqu'ils disposaient expressément qu'après le premier mois, il ne pouvait être fourni d'électricité par la Compagnie qu'à la suite d'un traité nouveau. De toutes façons, il ne pouvait donc être question d'un renouvellement implicite de droits qui suppose avant tout une absence complète d'accord.

AD. CARPENTIER,
Agrégé des Facultés de droit.
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

Assemblée générale du 13 février 1902.

M. RADIGUET, Trésorier, expose la situation des dépenses et des recettes du Syndicat pour l'année 1901.

Les comptes du Trésorier, mis aux voix, sont approuvés à l'unanimité et l'Assemblée vote des remerciements à M. Radiguet pour le dévouement qu'il a apporté dans ses fonctions.

RAPPORT DU DIRECTEUR DU BUREAU DE CONTRÔLE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES. — I. *Partie technique.* — Pendant l'exercice 1901, le Bureau de Contrôle a continué à se développer d'une façon très normale. Le nombre de polices nouvelles a été de 261 représentant 41 617 lampes et celui des polices résiliées de 146 représentant 16 646 lampes, de sorte que l'actif s'est augmenté de 115 polices pour 24 971 lampes. Le gain de l'exercice précédent n'avait été que de 99 polices et 13 509 lampes. Le nombre de polices en vigueur était au 31 décembre de 937 représentant 158 904 lampes.

Pendant l'exercice 1901 nous avons procédé à 2289 vérifications complètes d'installations; l'année précédente nous n'avions effectué que 1987 vérifications, et en 1899, 1403 vérifications.

Les vérifications se divisent ainsi :

Abonnés :	
Installations d'éclairage	1899
Installations de force motrice	247
Vérifications supplémentaires	26
Non abonnés :	
Installations d'éclairage	96
Installations de force motrice	21
Total	2289

Sur cet ensemble nous avons trouvé défectueuses au point de vue :

De l'isolement des dynamos et moteurs	174	installations.
De l'isolement des circuits	335	—
De l'appareillage	604	—
Du montage	663	—
De l'entretien	422	—
A tous les points de vue	59	—

En ramenant ces valeurs en pour 100, on trouve des résultats très sensiblement égaux à ceux des exercices précédents. Ainsi pour le 1er cas : 7,6 pour 100 au lieu de 7,4 en 1900; — pour le 2e cas : 14,6 pour 100 au lieu de 13,5 pour 100; — pour le 3e : 26 pour 100 en 1901 et 26 pour 100 en 1900; — pour le 4e : 28 et 24 pour 100; — pour le 5e : 18 et 19 pour 100; — pour le 6e : 2,5 et 2,4 pour 100.

Le nombre des compteurs éprouvés a été de 2 390 se répartissant ainsi :

Compteurs éprouvés pour le compte de :

Abonnés :	
Vérifications régulières	2271
Vérifications supplémentaires	15
Non abonnés	104
Total	2390

Les résultats de ces épreuves ont été les suivants :

Compteurs exacts	1782
Compteurs avançant de plus de 5 pour 100	144
Compteurs retardant de plus de 5 pour 100	453
Compteurs arrêtés	11

En traduisant ces chiffres en pour 100 et en les comparant avec ceux des exercices précédents, on trouve, en pour 100 :

Exercices.	1898.	1899.	1900.	1901.
Compteurs exacts	74	74	77	74
Compteurs avançant de plus de 5	7	8	10,5	6
Compteurs retardant de plus de 5	19	14	13,7	18

En outre de ces essais nous avons vérifié en province 400 compteurs; la proportion des compteurs retardant atteignait 75 pour 100.

II. *Partie financière.* — Au point de vue financier, le Bureau de Contrôle a progressé de la même manière qu'au point de vue technique. Les comptes ont été soumis en leur temps à votre Commission des Comptes; je ne vous donnerai donc qu'une analyse :

Les recettes se sont élevées à 70 420 fr en augmentation de 10 107,15 fr sur l'exercice précédent, tandis que les dépenses ont atteint 61 590,05 fr laissant un bénéfice de 8 830,65 fr; l'accroissement de bénéfice sur l'exercice précédent est donc de 1 845,65 fr.

Le compte « Bénéfice » se décompose ainsi :

Matériel acheté en 1901	6073,55 fr.
Augmentation du loyer d'avance	575,00
Solde créditeur	2182,10
Total	8830,65 fr.

La part à verser à la Chambre a été fixée par la Commission des Comptes en vertu du contrat du 21 février 1895, à la somme de 4 415,32 fr.

III. *Organisation intérieure.* — Le Bureau de Contrôle comporte actuellement le Directeur, son Fondé de Pouvoirs, un Chef Inspecteur, sept Inspecteurs pour le service de Paris, un Inspecteur pour le service ordinaire hors Paris et pour le Laboratoire, un agent commercial, un sténo-dactylographe, six aides-inspecteurs, trois jeunes gens pour les courses et un garçon de bureau, soit au total 23 personnes.

Nous avons pris les dispositions nécessaires pour pouvoir accroître notre personnel sans être gêné au fur et à mesure des nécessités et nous espérons qu'elles se feront sentir parce que devant les résultats encourageants obtenus nous nous proposons d'étendre beaucoup notre rayon d'action. Durant l'exercice écoulé nous avons eu à vérifier la totalité des compteurs de trois villes du Midi. Depuis nous avons été appelés dans une autre région. En général, le Bureau de Contrôle n'est pas assez connu en Province, mais nous osons espérer sur le concours des membres du Syndicat pour l'y faire apprécier.

Il est pris acte du Rapport de M. Roux; ce rapport sera classé aux archives du Syndicat.

Le Président lit son Rapport sur l'exercice écoulé.

Régime douanier des petits moteurs électriques. — M. le Président fait connaître que sur le Rapport présenté par M. Michaud, au nom de la Commission des douanes et questions économiques, la Chambre de Commerce de Paris a émis un avis favorable à l'établissement d'un droit de douane sur les petits moteurs électriques d'un poids inférieur à 10 kg, exception faite de ceux faisant partie intégrante des appareils scientifiques et de précision. Le tarif maximum est proposé pour 100 fr les 100 kg et le tarif minimum pour 80 fr les 100 kg.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

313 496. — **Société Bassée et Michel.** — *Perfectionnements apportés aux trembleurs des bobines de Ruhmkorff* (14 août 1901).

313 531. — **Washowsky.** — *Table de raccordement pour fermetures finales, manchons de jonction et autres garnitures analogues pour câbles à plusieurs fils* (16 août 1901).

313 342. — **Barbe.** — *Lampe électrique* (12 août 1901).

313 427. — **Peducasse et Brunel.** — *Alternateurs pour fours électriques à plusieurs anodes* (13 août 1901).

313 454. — **Jacolliot.** — *Panier anodique pour électrolyse* (12 août 1901).

313 497. — **Mere.** — *Lampe électrique à arc* (14 août 1901).

313 648. — **Cerebotani et Moradelli.** — *Système commutateur pour l'appel exclusif et pour l'établissement d'une communication exclusive entre deux des nombreux postes télégraphiques ou téléphoniques insérés dans un circuit de ligne unique* (20 août 1901).

313 705. — **Pedersen.** — *Relais à résonance* (22 août 1901).

313 818. — **Dawkins.** — *Perfectionnements aux tubes acoustiques* (27 août 1901).

313 783. — **Betaille.** — *Nouveau genre d'accumulateurs* (26 août 1901).

313 806. — **Mme Daseking, née Marie Hefhe.** — *Électrode positive combinée à pôle pour accumulateurs électriques* (27 août 1901).

313 727. — **Chavarria-Contardo.** — *Perfectionnements apportés aux fours électriques* (23 août 1901).

313 829. — **Renous et Turpain.** — *Système d'utilisation des ondes électriques dans un réseau de distribution d'énergie électrique, pour obtenir à volonté et d'un point quelconque des variations déterminées dans les indications de compteurs ou d'enregistreurs de tous systèmes situés en un point quelconque* (31 août 1901).

313 915. — **Maiche.** — *Nouveau moyen permettant d'augmenter le nombre des récepteurs ou l'intensité dans un seul des courants téléphoniques ou télégraphiques* (31 août 1901).

313 996. — **Van Wagenen.** — *Perfectionnements aux systèmes d'intercommunication électrique* (4 septembre 1901).

314 011. — **Société World Flash Company.** — *Système perfectionné de transmetteur télégraphique* (4 septembre 1901).

314 054. — **Shirley et Skirrow.** — *Perfectionnements apportés aux manipulateurs ou touches télégraphiques* (6 septembre 1901).

313 901. — **Société dite : The Pile Bloc Battery Company.** — *Pile primaire à liquide semi-immobilière* (30 août 1901).

313 858. — **Compagnie pour la fabrication des compteurs.** — *Perfectionnements aux compteurs d'électricité* (28 août 1901).

313 907. — **Capitan.** — *Système d'appareil contrôleur d'isolement électrique* (30 août 1901).

313 923. — **Société Siemens und Halske Aktiengesellschaft.** — *Transformateur de courant électrique* (31 août 1901)

313 989. — **Société Consolidated Railway Electric Lighting and Equipment Company.** — *Perfectionnements dans un appareil pour régler les courants électriques* (3 septembre 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie des tramways de l'Ouest Parisien. — Le 22 juin s'est tenue l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires de cette Compagnie.

Le premier exercice, dont il a été rendu compte à cette assemblée, comprend la période écoulée depuis la fondation de la Compagnie jusqu'au 31 décembre 1900, soit dix-neuf mois environ. Cet exercice a été presque exclusivement consacré aux travaux d'établissement des lignes et à la mise en train du service.

Le réseau de la Compagnie est ainsi constitué :

Ligne de Châtenay-Champ de Mars	13,7 km
Ligne de Billancourt-Champ de Mars	8,0 —
Réseau de la ville de Boulogne.	7,2 —
Total.	28,4 km.

Ces lignes ont été ouvertes à l'exploitation, progressivement, du 17 avril au 31 décembre 1900 ; mais il y a eu entrave dans le service, le matériel roulant ayant été livré avec quelque retard. C'est ainsi qu'au 31 décembre 1900, 20 voitures seulement étaient en service, alors que le nombre total des véhicules prévus pour l'exploitation normale du réseau doit être de 115. A l'heure actuelle, la Compagnie est en possession de presque tout son matériel roulant.

Le Conseil d'administration était en instance auprès des pouvoirs publics pour obtenir, dans le département de Seine-et-Oise, la concession de diverses lignes qui devaient se raccorder avec le réseau de Boulogne; mais, vu les circonstances spéciales dans lesquelles se trouvent la généralité des entreprises de tramways, le Conseil, au nom de la Compagnie, a renoncé à la concession des lignes en question.

Le trafic de début a été, il fallait s'y attendre, de minime importance, et, de ce fait, le premier exercice social, s'est ainsi soldé par une perte de 51 947,07 fr, qui figurera au débit du compte de profits et pertes et devra être amortie avant toute répartition de bénéfices.

D'autre part, on remarque au passif du bilan l'existence d'un compte emprunt de construction, qui figure pour 3 millions. Ces 3 millions représentent la somme prélevée au 31 décembre 1900 sur le crédit de 5 millions ouvert par la Compagnie générale de Traction, en vertu des contrats passés le 6 juillet 1900, pour le parachèvement du réseau.

Voici le bilan de fin d'exercice :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1900

Actif.	
Frais de constitution	36 738,06 fr.
Frais de premier établissement	10 050 152,95
Frais de mise en train.	262 229,10
Caisse et banques	446 642,75
Cautionnements.	145 000,00
Versement de garantie	60 243,16
Agencement et mobilier.	24 836,43
Approvisionnements généraux	18 897,05
Débiteurs divers.	13 753,75
Profits et pertes.	51 947,07
Total.	11 110 440,30 fr.
Passif.	
Capital	8 000 000,00 fr.
Emprunt de construction	3 000 000,00
Crediteurs divers	110 440,30
Total.	11 110 440,30 fr.

Avant de se séparer, les actionnaires ont donné quitus de leur mandat à MM. Mayer, Cauderay, Beer, de Leyssac et Olry, administrateurs démissionnaires, et ratifié la nomination de MM. Pélissier et Perry comme administrateurs.

Compagnie des tramways électriques de Roanne. — L'assemblée générale ordinaire de cette Société a eu lieu le 6 juillet 1901.

Cette Compagnie, pour ses débuts, a eu à surmonter des obstacles qui s'étaient dressés devant elle dès le jour de sa constitution, le 25 mai 1897. Ce n'est qu'après la publication à l'*Officiel* du décret du 2 mai 1901, reconnaissant d'utilité publique l'établissement d'un réseau de tramways à Roanne, que la Compagnie a pu obtenir de la Compagnie P.-L.-M. l'autorisation de traverser ses voies et de relier les tronçons de son réseau, complètement terminé depuis octobre 1900, sauf les deux traversées des passages à niveau. L'exploitation partielle avait commencé le 29 décembre de la même année.

Des communications faites à l'assemblée, il résulte que les frais de premier établissement se sont élevés à 1 335 339,85 fr, dépassant de 335 339,85 fr le capital social, et que, pour faire face à cette différence, le Conseil, profitant de la faculté à lui donnée par l'assemblée générale du 29 décembre 1900, a sollicité des pouvoirs publics l'autorisation d'émettre des obligations pour 350 000 fr.

Le premier semestre de 1901 n'ayant été qu'une période de mise en train, on ne peut examiner utilement, au point de vue des recettes, que la période du 9 au 30 juin, qui a donné une recette totale de 12 892,85 fr, soit 586 fr par jour.

« Nous espérons, dit le rapport du Conseil d'administration, que, sous peu, le service des tickets ouvriers augmentera cette moyenne et atteindra 600 fr par jour pour six mois de l'année; nous estimons que cette moyenne tombera à 500 fr pour les six autres mois, donnant une recette de 200 000 fr au minimum.

« A titre de renseignements, nous dirons que Roanne et le Coteau comprennent ensemble 40 000 habitants environ.

« Or les dimanches de juin nous ont donné :

16 juin	18326 voyageurs. . . .	1 132,15 fr de recettes.	
23 juin	18320 —	1 138,25	—
30 juin	20 567 —	1 160,10	—

« Sur 40 000 habitants, il y a donc eu, dans une journée, 20 000 voyageurs.

« Nous attribuons ce nombre de voyageurs à notre tarif par section de 5 centimes, qui fait que tous n'hésitent pas à prendre le tramway.

Le premier semestre nous a donné une recette de 69 959,90 fr pour 176 980 kilomètres de voiture parcourus, soit une recette par kilomètre-voiture de 0,40 fr.

« *Dépenses.* — Nous avons réduit au minimum nos dépenses; nous avons un matériel roulant excellent et qui a bénéficié de toutes les écoles faites ailleurs; l'entretien est réduit à son minimum et nos prévisions de dépenses ne dépassent pas pas 140 000 fr au maximum.

« Nous ne doutons pas que l'exercice 1902 ne nous donne une plus-value importante sur les 200 000 fr de recette prévue; d'autre part, nous avons prévu une dépense de 140 000 fr, ce qui doit nous laisser un bénéfice minimum de 60 000 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1900

Actif.

Frais de premier établissement (ce compte comprend toutes les dépenses payées ou dues jusqu'au 31 décembre 1900, ainsi que les frais généraux de l'année. Au crédit sont également portées les recettes des trois premières journées d'exploitation. Les frais généraux réduits à leur minimum ont été passés au débit de ce compte)	1 035 757,50 fr.
Terrains (usine et dépôts)	10 582,35
Redevance à la ville de Roanne	100 000,00
Frais de constitution de la Société	9 000,00
Frais d'émission d'actions	30 000,00
Mobilier	579,90
Outillage de l'atelier	2 597,40
Cautionnements à l'État	50 132,70
Droits de transmission, impôts sur le revenu	850,00
Assurances incendie	476,50
Magasin	1 069,25
Combustible	271,00
Actionnaires, non versé sur les actions	233 625,00
Crédit Lyonnais	65 254,10
Muron, banquier à Roanne	2 610,85
Débiteurs divers (cette somme représente une année d'intérêt sur le cautionnement)	1 434,00
Caisse	1 045,75
Total	1 565 006,30 fr.

Passif.

Capital actions	1 000 000,00 fr.
MM. de la Perrière et Mathieu	481,75
Syndicat pour l'installation des tramways électriques (Ce compte a été ramené à la somme de 439 500 fr. Pour l'éteindre, la Compagnie devra réaliser une émission d'obligations)	539 500,00
Créditeurs divers (Ce sont des dépenses passées au compte de premier établissement et non non encore réglées au 31 décembre 1900)	5 010,80
Fournisseurs	5 003,15
Appointements, salaires	1 510,60
Société de Constructions électriques (C'est le coût d'une troisième voiture supplémentaire restant due au 31 décembre, elle a été payée depuis la clôture des écritures)	13 500,00
Total	1 565 006,30 fr.

L'Éclairage électrique. — L'assemblée générale ordinaire de cette Société s'est tenue le 29 novembre 1901.

Malgré le ralentissement général des affaires et l'âpreté de la concurrence, l'exercice 1900-1901 a donné des résultats satisfaisants.

Le chiffre des commandes enregistrées pour cette période s'élevant à 3 147 106,85 fr est resté à peu près le même que celui de l'exercice précédent, qui était de 3 276 991,20 fr; par contre le montant des factures faites s'est légèrement abaissé à 2 416 908,92 fr. Les bénéfices nets qui en sont résultés restent sensiblement équivalents à ceux de l'exercice précédent; ils se chiffrent en effet par 310 765,47 fr contre 320 404,76 fr.

Le Conseil d'administration a mis à profit le répit que donne pour ainsi dire toujours une année suivant une Exposition, pour activer la construction des nouveaux ateliers. Deux travées couvrant une surface plus grande que celle des ateliers actuels ont été récemment terminées, elles vont être incessamment en mesure de recevoir tout l'outillage et les ouvriers.

D'autre part, une heureuse coïncidence permet pendant le transfert des ateliers de reporter une grande partie de l'activité sur un grand chantier extérieur; il s'agit de l'installation de l'éclairage électrique à l'arsenal de Toulon, dont l'exécution a été confiée à cette Société au mois de mai dernier. Cette commande comporte des travaux jusqu'à la fin du premier trimestre 1902.

Enfin, depuis quelques mois on remanie tous les modèles de dynamos et transformateurs afin de conserver aux produits de la Société leur valeur industrielle tout en réduisant le plus possible leur prix de construction.

Aux spécialités précédentes on en ajoutera une nouvelle par la fabrication courante des moteurs asynchrones à courant alternatif simple; ceux-ci, joints aux moteurs asynchrones triphasés, feront réaliser le travail en série qui est toujours celui le plus rémunérateur et le mieux exécuté. Les bons résultats donnés par les moteurs triphasés permettent d'escompter ceux que l'on obtiendra des moteurs à courant alternatif.

Le service commercial de la Société est bien constitué et le Conseil d'administration, tout en suivant de près les affaires courantes qui se traitent en France, a élargi les relations avec la marine française et maintenu le chiffre des exportations.

En examinant le Bilan présenté aux actionnaires présents à cette assemblée on peut remarquer qu'il reste encore à appeler 540 000 fr sur le montant de la dernière augmentation du capital. Cette ressource est réservée au paiement des frais occasionnés par l'exécution des nouveaux ateliers, conformément au programme adopté l'année précédente.

Le fonds de commerce s'élevant à 200 000 fr reste sans changement. De même pour l'immeuble de la rue de Crimée, la valeur en est stationnaire à 150 000 fr. Les loyers sont régulièrement encaissés.

L'immeuble, 250, rue Lecourbe, passe de 419 497,50 fr à 423 074,21 fr par suite de quelques améliorations apportées. Le Conseil s'est préoccupé de la possibilité de réaliser cette valeur au mieux des intérêts de la Société dès que cet immeuble sera devenu disponible par suite du transfert des ateliers.

L'immeuble, 364, rue Lecourbe, se chiffre maintenant par 526 873,67 fr par suite des dépenses qui ont été faites pour les bâtiments nouveaux pendant le cours du dernier exercice.

Le mobilier est en légère augmentation à 26 753,65 fr.

L'outillage passe de 554 503,97 fr à 654 289,15 fr, tant par suite d'acquisitions nouvelles que par la réunion sous ce chapitre de dynamos qui du magasin sont passées à la plate-forme des essais pour les besoins de ce service.

Les travaux en cours, à l'usine et au siège social, s'élèvent ensemble à 934 890,87 fr en augmentation de 53 180,08 fr sur leur chiffre de l'année précédente. La majeure partie de ces travaux est effectuée pour des commandes en cours, car l'exiguïté des magasins ne permet pas de prendre une grande avance.

Le matériel en dépôt est réduit à 20 246,80 fr contre 72 806 fr précédemment, tandis que les marchandises en magasin passent de 281 000,40 fr à 315 389,72 fr en partie du fait de la rentrée du matériel en dépôt chez les clients.

Le compte Exposition universelle de 1900 ouvert l'année dernière se solde cette année par 53 290,05 fr. Cette somme

représente non seulement toutes les dépenses occasionnées par la participation de la Société à ladite Exposition, mais encore la dépréciation que l'on a dû faire subir au matériel ayant fonctionné pour arriver à le placer dans la clientèle. Ainsi qu'on peut le voir plus loin, ce compte disparaît de l'actif.

Le gros alternateur et la dynamo à courant continu qui ont figuré et fonctionné dans la classe des groupes électrogènes de l'Exposition sont maintenant placés, le premier à la station centrale de Limoges et la seconde à la maison Biétrix-Leflaive et Cie à Saint-Étienne.

La station de Moissac se monte à 188 658,13 fr, mais la Société régionale qui doit reprendre cette affaire, est en voie de formation et ce compte disparaîtra ainsi en laissant le bénéfice afférent.

Les débiteurs divers et les effets à recevoir s'élèvent respectivement à 594 062,64 fr et 354 457,50 fr contre 1 197 318,77 fr et 193 487,77 fr de l'exercice précédent.

Le portefeuille reste composé de : 95 000 fr d'actions de la Société Lilloise qui pour le même exercice ont reçu un dividende de 20 fr; 5000 fr d'actions à la Société du Haut-Grésivaudan.

Le règlement de la créance litigieuse de Badajoz se monte à 20 741,35 fr, mais un pas en avant a été fait. Si l'exéquatur du jugement rendu en faveur de la Société n'a pu encore être obtenu, l'adversaire a été amené à faire une offre transactionnelle, mais qui n'a pas été jugée acceptable.

Du côté Passif, le capital actions s'élevant à 4 000 000 fr et celui obligations à 523 500 fr sont sans changement.

La réserve statutaire a été portée à 79 267,83 fr. La réserve extraordinaire reste à 331 869,44 fr; et la réserve pour créances douteuses a été ramenée à 63 709,50 fr.

Le compte créditeurs divers ne se chiffre que par 195 080,68 fr contre 672 141,27 fr l'année précédente, à cause des escomptes obtenus sur les fournitures faites.

Le solde du compte Profits et Pertes pour cet exercice s'élève à 310 765,47 fr.

Les recettes et les dépenses du compte Profits et Pertes s'inscrivent comme suit : total des recettes 906 013,32 fr contre 917 434,39 fr l'année précédente; total des dépenses de toute nature 595 247,85 fr contre 597 029,63 fr pour l'exercice précédent; de sorte que le solde actuel 310 765,47 fr n'est que légèrement inférieur à celui de 1899-1900 qui était de 320 404,76 fr.

Bien que les avantages de la participation de la Société à l'Exposition doivent se faire sentir pendant le cours de plusieurs exercices, le Conseil d'administration a jugé qu'il était sage de faire disparaître de l'actif le solde du compte Exposition s'élevant à 53 290,05 fr. Quant aux 257 475,42 fr restant disponibles la répartition suivante a été décidée :

Réserve légale 5 pour 100 sur 257 475,42 fr, soit	12 873,75 fr.
Intérêts 5 pour 100 au capital versé	173 000,00
Amortissement de l'outillage	66 907,00
Total	252 780,75 fr.

Le surplus s'élevant à 4 694,67 fr a été ajouté au report de l'exercice 1899-1900 qui était de 21 822,45 fr, pour former un report nouveau de 26 517,12 fr.

A la fin de la réunion les actionnaires ont approuvé tous les comptes présentés et la répartition des bénéfices indiquée ci-dessus.

Ils ont en outre réélu administrateurs pour trois années MM. Fabry, Carimantrand et Abadie, et nommé M. Voillaume en remplacement de M. Fournié décédé. MM. Noivort et Malézieux ont été réélus commissaires.

Conformément à l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, ils ont autorisé les administrateurs à traiter des affaires qu'ils pourraient avoir à traiter avec la Société soit en leur nom personnel, soit comme intéressés dans d'autres Sociétés.

BILAN AU 30 JUIN 1901

Actif.

Solde sur actions nouvelles (1150)		540 000,00 fr.
Fonds de commerce		200 000,00
Immeuble rue de Crimée		150 000,00
Immeuble rue Lecourbe, n° 250		423 074,21
Immeuble rue Lecourbe, n° 364		528 873,67
Mobilier		26 753,65
Outillage		654 289,15
Travaux en cours à l'atelier, bougies	850 609,85	
Affaires en cours au siège social	137 461,10	
Matériel en dépôt	20 246,80	
Marchandises en magasin	315 389,72	
		1 323 707,47
Exposition universelle de 1900		53 290,05
Station de Moissac		188 658,13
Débiteurs divers		594 462,64
Portefeuille		100 000,00
En caisse et chez les banquiers		326 687,13
Effets à recevoir		354 457,50
Prime de remboursement sur obligations émises		48 310,00
Cautionnements		31 775,00
Créances litigieuses Badajoz		20 741,35
Total		5 574 079,75 fr.

Passif.

Capital		4 000 000,00 fr.
Obligations		523 500,00
Réserve statutaire		79 267,83
Réserve pour créances douteuses		63 709,90
Réserve extraordinaire		331 869,44
Intérêts dividendes		
1895/1896, n° 8	5 066,06	
1896/1897, n° 9	5 943,94	
1897/1898, n° 10	6 784,98	
1898/1899, n° 11	10 926,90	
1899/1900, n° 12	14 689,00	
		43 410,88
Intérêts encaissés sur libération d'actions 1900/1901, n° 13		613,50
Coupons d'obligations restant à payer, nos 2, 3 et 4		709,80
Coupons de parts restant à payer, n° 1 et 2		1 434,80
Loyers d'avance		1 875,00
Créditeurs divers		195 080,68
Profits et pertes :		
Report de l'exercice précédent		21 822,45
Solde de l'exercice actuel		310 765,47
Total		5 574 079,75 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Recettes.

Intérêts divers et loyers rue de Crimée	43 272,12 fr.
Station centrale de Moissac	7 638,50
Solde coupon n° 7 périmé	3 441,60
Produit de la vente des bougies	22 370,49
Produit de la construction du matériel	766 923,18
Produit des installations	62 367,43
Total	906 013,32 fr.

Dépenses.

Allocation du Conseil d'administration	20 000,00 fr.
Honoraires du commissaire des comptes	1 000,00
Appointements du personnel du siège social	132 211,25
Dépenses diverses de ce service	43 504,66
Appointements du personnel de l'usine	167 026,35
Dépenses diverses de ce service	168 765,99
Impôts divers et droits de timbre	11 259,70
Assurances	14 785,35
Brevets et publicité	15 754,55
Coupons d'obligations :	
N° 3, échu le 1er septembre 1900	10 470,00
N° 4, échu le 1er mai 1901	10 470,00
Solde	310 765,47
Total	906 013,32 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

47 706. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 247. 10 Avril 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Inauguration de l'usine électrique de l'Est-Lumière à Alfortville. — La Compagnie Est-Lumière (*Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien*) dessert actuellement un certain nombre de communes de la banlieue Est de Paris, dont les plus importantes sont : Charenton, Saint-Maurice, Vincennes, Saint-Mandé, Saint-Maur-les-Fossés, Ivry, Gentilly, Arcueil-Cachan, Maisons-Alfort, Alfortville, etc. Elle a réalisé, pour assurer ce service, une installation considérable, desservie par une usine centrale, située à Alforville.

Au moment où l'installation fut décidée, la situation était la suivante : la Compagnie possédait déjà les secteurs de Saint-Maur-les-Fossés, d'Ivry et de Vincennes. Le premier était alimenté en courant alternatif simple à 3000 volts avec transformateurs par groupes d'abonnés; celui d'Ivry avait une petite usine à vapeur montée avec des machines demi-fixes et batteries d'accumulateurs et distribuait du courant continu à trois fils, à la tension de deux fois 220 volts. Enfin, le secteur de Vincennes possédait une distribution à courant continu à deux fois 110 volts.

La Compagnie désirant étendre son rayon d'action, et dans le but d'arriver à une exploitation rationnelle et économique, décida de construire une vaste usine centrale produisant du courant triphasé à la tension de 5000 volts, située au bord de la Seine, pour recevoir sans grands frais son charbon et disposer d'eau de condensation et d'alimentation, d'y centraliser les services et de transformer en sous-stations les usines existantes, en utilisant les réseaux secondaires. Les études et l'entreprise générale de l'usine centrale d'Alfortville, des sous-stations, du réseau primaire et des nouveaux réseaux secondaires à créer, ont été confiées à la *Société d'applications industrielles*.

Le premier coup de pioche a été donné le 15 novembre 1900; le 15 septembre 1901, on mettait en marche le premier groupe, et l'inauguration de l'usine, comportant actuellement trois groupes de 720 kilowolts-ampères chacun, a eu lieu le 6 avril 1902.

Nous décrirons prochainement en détail cette usine qui, sans présenter d'originalité bien saillante, se signale par une heureuse disposition d'ensemble, une étude minutieuse des détails, et constitue le type des installations modernes de transport et de distribution d'énergie par courants alternatifs triphasés.

Les essais magnétiques des fers dans l'industrie. — La sixième Commission du Comité de la Société internationale des électriciens vient de préparer, à la suite d'un rapport présenté par le secrétaire, M. Armagnat, le questionnaire suivant qui sera envoyé aux constructeurs et aux métallurgistes, en vue de provoquer des réponses qui serviront de base à une discussion ultérieure sur ce sujet devant la Société.

A. *Perméabilité.* — « 1° Quelles sont les méthodes d'essai employées, *a.* pour les fers, aciers et fontes? *b.* pour les tôles?

« 2° Quelles sont les conditions imposées aux fournisseurs et quelle méthode d'essai doit servir de base à la réception?

« 3° Quels sont les points les plus importants à connaître selon la nature et l'emploi des fers? (inductions faibles ou élevées; point d'inflexion de la courbe; saturation).

« 4° Jusqu'à quelle grandeur de l'induction et du champ magnétisant doivent être gradués les perméamètres?

« 5° Quelles sont les formes des joints adoptés dans les perméamètres pour les fers pleins et les tôles?

« 6° Quelle tolérance est accordée dans les résultats?

B. *Hystérésis.* — « 1° Quelles sont les méthodes d'essai employées?

« 2° Quelles sont les conditions imposées aux fournisseurs et quel est l'appareil indiqué pour la réception?

« 3° Quels sont les écarts constatés entre les résultats donnés par différents hystérésimètres?

« 4° Quelle tolérance est accordée?

« 5° Quel est le rapport entre l'hystérésis tournante et l'hystérésis alternative? Ce rapport est-il constant?

« 6° La loi de Steinmetz se vérifie-t-elle *pratiquement* pour tous les fers et toutes les inductions employées?

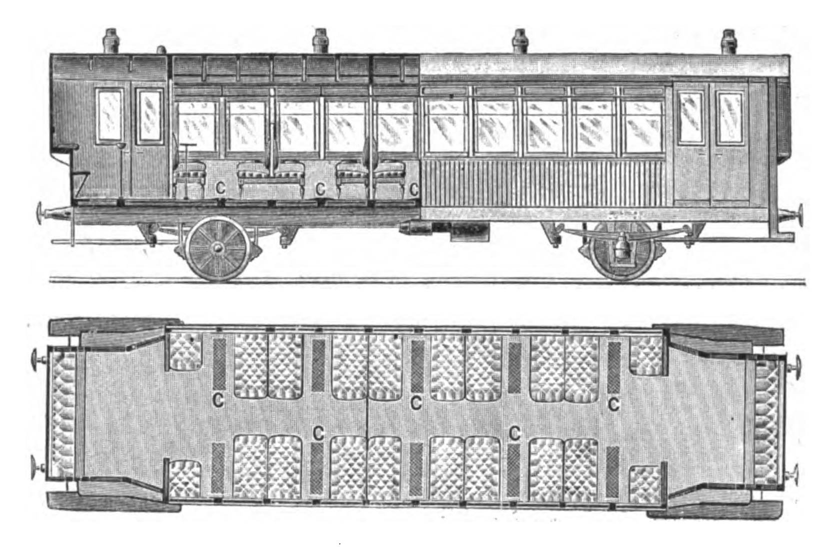
« 7° La variation du coefficient d'hystérésis avec le temps est-elle générale ou limitée seulement à certaines qualités de tôle?

« 8° Comment faut-il découper les échantillons pour modifier le moins possible leur hystérésis? »

Nous ne saurions trop engager nos lecteurs à faire parvenir leurs observations et les résultats de leur expérience au président de la sixième section, en vue d'éclairer la discussion et d'aboutir à des résultats pratiques.

Chaufferettes électriques. — La Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest vient d'expérimenter, sur la ligne électrique à troisième rail de la gare des Invalides à Versailles, un système de chauffage très simple, qui répond entièrement aux desiderata du public et qui, non seulement réalise un progrès intéressant, mais procure encore une très notable économie sur tous les systèmes employés jusqu'à ce jour. Les frais de premier établissement et la dépense d'exploitation sont très réduits et l'application des appareils n'apporte aucune modification à la construction de la voiture. M. Sabouret, ingénieur en chef du service du matériel et de la traction, a pensé qu'il était tout indiqué d'effectuer le chauffage des voitures de cette ligne moderne au moyen de l'énergie électrique de la voie.

Étant donné le nombre et le rapprochement des stations, l'ouverture très fréquente des portières constitue une aération telle qu'il devient difficile de conserver dans les voitures du type employé, une bonne température sans occasionner une dépense très élevée. Aussi, le mode de chauffage consiste-t-il à placer des chaufferettes électriques sur le parquet même de



la voiture, entre deux banquettes de deux places chacune, de façon à permettre à quatre voyageurs de se chauffer les pieds.

On a remarqué que le public apprécie beaucoup plus ce dispositif que tous les autres (chauffage par tuyaux latéraux ou par radiation) placés sous les banquettes, qui donnent en effet, une température toujours plus élevée à la partie supérieure de la voiture et chauffent par conséquent la tête des voyageurs, tandis qu'ils ont les pieds refroidis par les courants d'air occasionnés par l'ouverture des portes.

Une voiture type à plateformes et à couloir central (fig. 1) a été munie des chaufferettes électriques de la Société des anciens Établissements Parvillée frères et Cie. Ces appareils, très robustes, fonctionnent depuis le 15 novembre dernier et donnent entière satisfaction.

L'équipement comprend : 2 séries de chacune 5 chaufferettes en cuivre jaune estampé, de 0,80 m de long, sur 0,14 m de large, analogues comme surface aux chaufferettes à thermosiphon. Elles sont placées directement sur le parquet de la voiture, et la saillie de 15 mm est rattrapée par le cadre en bois de 10 cm de largeur, formant glacis. Chaque groupe de 5 chaufferettes est placé directement sur le courant de la ligne de 550 à 600 volts; chaque appareil marche donc à 110 volts environ aux bornes et consomme 1 ampère, soit 110 watts. La consommation totale de la voiture est de 1100 watts. En calculant le prix de l'énergie électrique à 0,15 fr le kilowatt-heure, la dépense est donc de 0,165 fr à l'heure, c'est-à-dire 2,64 fr pour 16 heures de marche et ces 10 chaufferettes correspondent à l'emplacement occupé par 40 voyageurs.

La température moyenne mesurée à la surface des chaufferettes est de 70° C pour une température extérieure de 0° et de 75° pour une température extérieure de 12° C. Grâce à leur mode de construction et au système de régulation auto-



matique, cette température ne dépasse pas un maximum fixé d'avance.

Un des avantages de ce système est entre autres que le courant peut être interrompu lors du garage des voitures, par conséquent la dépense est limitée aux heures d'exploitation, ce qui n'existe pas dans les autres modes de chauffage actuellement employés.

La dépense par journée de chauffage comparée aux deux systèmes généralement employés est tout en faveur du chauffage électrique. En effet, pour une voiture à plateformes, à couloir central, y compris intérêts et amortissement du capital à raison de 13 pour 100, la dépense est de :

1° Avec les chaufferettes à eau, remplacées de 2 à 5 heures.	4,7 fr.
2° Avec thermo-siphon de	4,5
3° Avec le chauffage électrique	3,0

soit une économie minimum de 33 pour 100, tout en maintenant une température constante.

Plusieurs Compagnies de Tramways électriques ont également reconnu les avantages de ce système et constaté l'économie qu'il réalise sur tous les autres modes de chauffage.

Moteurs à gaz de hauts-fourneaux. — Les premiers essais datent de 1894, mais les progrès ont été très rapides, car en 1900, il y avait à l'Exposition un moteur de 750 poncelets.

Le pouvoir calorifique des gaz de hauts-fourneaux est, en moyenne, de 980 calories (kg-d) par m³ (C. N. T. P.). Il s'élève quelquefois à 1050 et descend rarement au-dessous de 850.

La compression avant l'allumage est de 8 à 9 kg : cm², elle atteint après l'explosion, 16 kg : cm². Le bilan thermique s'établit ainsi (*Meyer*) :

Travail indiqué	30,2	pour 100.
Chaleur emportée par l'eau de refroidissement	21,3	—
— les gaz d'échappement	45,5	—

Un moteur de 50 poncelets actionnant une dynamo d'un rendement d'environ 87 pour 100, a produit une puissance électrique de 1 kilowatt avec une consommation de 1400 litres par heure.

Un moteur Delamare-Deboutteville, expérimenté en 1898 par M. Aimé Witz, a développé une puissance de 136 poncelets, en consommant 4439 litres par poncelet-heure d'un gaz à 981 calories (kg-d) par m³.

Il faut 135 litres d'eau par poncelet-heure pour le refroidissement et 24 g d'huile et de graisse pour la même quantité de travail.

Les gaz entraînent environ 125 g : m³ de poussières, dont 100 g : m³ s'arrêtent rapidement; 23 g : m³ s'arrêtent dans des épurateurs, 2 g : m³ de poussières très fines sont arrêtées en partie par des fours de main spéciaux (chambre à chicane, avec rupture du courant gazeux contre une nappe d'eau ou pulvérisateurs), et le reste traverse les soupapes et le cylindre des moteurs sans s'y arrêter.

Le déplacement spécifique est de 136 litres par tonne-mètre pour un moteur de 450 poncelets de la Société Cockerill.

Turbines à vapeur Brown-Boveri-Parsons. — On procède actuellement dans les ateliers de la Société Brown-Boveri et Cie, à Baden (Suisse), aux derniers essais d'un turbo-alternateur d'une puissance de 5000 chevaux.

Cette machine, destinée à la Station centrale municipale de la ville de Francfort, produit du courant alternatif simple ou triphasé sous une tension de 2500 volts. Sa vitesse de rotation est de 1000 tours par minute. La consommation de vapeur garantie aux bornes par kilowatt-heure est de 7 kg de vapeur surchauffée à 300° C, à la pression de 13 kg : cm², ce qui correspondrait pour une machine à piston de même puissance à une consommation de 4,2 kg par cheval-heure indiqué. Sans compter de nombreuses turbo-génératrices, dont les puissances varient de 150 à 3000 chevaux, MM. Brown-Boveri construisent en ce moment une deuxième machine de même puissance et destinée à la station centrale de Milan (Italie).

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Balaruc-les-Bains (Hérault). — *Éclairage.* — Dans une de ses dernières séances, le Conseil municipal de cette ville s'est occupé du projet d'éclairage électrique présenté il y a quelque temps déjà.

Bessines (Haute-Vienne). — *Éclairage.* — Depuis quelques jours, il est question d'avoir à Bessines l'éclairage électrique. Les frères Misme, propriétaires d'une usine située sur la Gartempe, mettent à la disposition de cette entreprise la turbine qu'ils possèdent ainsi que le terrain nécessaire pour l'exécution des travaux, suivant conditions.

Blois. — *Traction électrique.* — M. Bouet a fait dernièrement au Conseil une proposition longuement motivée tendant à l'étude d'un projet d'installation de tramways électriques destinés à relier les gares de Blois et à desservir le faubourg de Vienne, la rive droite de la Loire et la route haute de Paris.

M. Bouet rappelle ce qui a été fait déjà par les précédentes municipalités; puis, il soumet le texte d'un projet de cahier de charges destiné à servir de base aux négociations avec des concessionnaires éventuels.

Il conclut à la nomination d'une commission extra-municipale composée de conseillers municipaux, d'architectes, d'ingénieurs, et de personnalités compétentes susceptibles d'apporter à la municipalité un utile concours.

M. le Maire remercie M. Bouet du travail considérable auquel il s'est livré pour préparer la solution de cette importante question.

Puis, il met aux voix les conclusions de M. Bouet qui sont adoptées à l'unanimité.

Rochefort (Charente-Inférieure). — *Station centrale.* — La première installation de l'éclairage électrique dans cette ville, entreprise par la Compagnie anonyme du gaz de Rochefort, et inaugurée le 30 avril 1900, doit aujourd'hui, après deux ans à peine, et pour faire face aux besoins de la clientèle, recevoir un complément qui dépasse le double de l'importance du début. C'est un heureux résultat.

La puissance électrique fournie par l'usine était, jusqu'ici, de 66 kw; le complément de l'installation réalisée ces derniers temps, et qui va être mise en service, augmente cette puissance de 70 kw à elle seule. L'ensemble donnera donc 1300 ampères à 110 volts.

Il a fallu pour ce complément : construire un nouveau bâtiment, continuant le premier, qui mesure 11,4 m sur 14,5 m; une cheminée d'usine de 30 m de hauteur; installer une salle de chaudières qui a 14,4 sur 14 m; établir un pont roulant, pour le montage de toutes les machines, installé à demeure, d'une force de 6000 kg, et qui restera pour les besoins futurs, dans le cas de démontages ou de remplacements à effectuer; creuser un puits de 1,5 m de diamètre et de 10 m de profondeur, qui réponde à une consommation d'eau de 40 m³ à l'heure; y adjoindre, à raison de la nature des eaux, un appareil d'épurations à l'aide de la chaux et de la soude. Une nouvelle machine compound à condensation, à détente Corliss, a été montée; deux chaudières semi-tubulaires, de 5,3 m de longueur et de 1,6 m de diamètre, timbrées à 14 kg : cm² fournissent la vapeur.

Par excès de précaution, on a augmenté les batteries d'accumulateurs, de façon à pouvoir encore assurer l'éclairage pendant vingt-quatre heures, au cas, plus qu'improbable,

où toutes les machines viendraient à s'immobiliser à la fois. La nouvelle dynamo, à 6 pôles, tournant à une vitesse de 150 tours par minute, est montée directement sur l'arbre de la machine.

Ce complément d'installation, dont l'ensemble entraîne pour la Compagnie une dépense de 220 000 fr au moins, est faite pour répondre aux demandes, chaque jour croissantes, de la clientèle civile de Rochefort, magasins, maisons particulières, etc.

La façade nouvelle de l'usine changera l'aspect de l'entrée de Rochefort, qui est plutôt déplorable; elle pourra donner la première impression d'une ville, car cette façade sera, le soir, ornée d'un bel éclairage réclame électrique à éclipses, qui ne manquera pas d'attirer par là nombre de promeneurs et de curieux.

L'installation générale est très bien comprise : pour ne citer qu'un détail, nous dirons que le service d'ensemble de distribution d'eau dans toute l'usine et l'alimentation même des chaudières sont faits par des pompes centrifuges mues électriquement. L'ordonnancement de toutes ces machines dénote autant de connaissances que de goût et fait le plus grand honneur à son directeur, M. Acreman.

ÉTRANGER

Flums (Suisse). — *Usine de carbure.* — Une nouvelle usine de carbure de calcium a été fondée dernièrement en Suisse près de Saint-Gall, n° 246, **1902**, p. 125. A ce propos nous résumerons, d'après une étude de M. Marie, préparateur à la Faculté des sciences, l'état actuel et le développement de l'industrie électrochimique en Suisse.

Les événements ne paraissent pas avoir justifié les prédictions optimistes faites au début de ces industries. La Suisse, disait-on, devait trouver dans les nouveaux procédés une large compensation aux difficultés inhérentes à sa situation et au manque de matières premières; ces difficultés devaient disparaître devant l'extraordinaire bon marché de l'énergie fournie par les torrents de ses montagnes, par ce que, poétiquement, on appelait la houille blanche. En réalité, la situation de ces industries est stationnaire depuis quelques années; des innombrables usines qui, par exemple, devaient fabriquer des millions de tonnes de carbure, quelques-unes en restèrent à la période d'essai; d'autres, tuées par l'avilissement des prix dû à une concurrence acharnée, furent obligées de cesser la fabrication. Actuellement le prix du carbure est tombé de 700 fr en 1896, à 200 fr la tonne prise à l'usine; la majeure partie de la production annuelle, 8000 tonnes environ, est exportée dans tous les pays du monde; un millier de tonnes suffisent pour la consommation personnelle du pays.

Quant à l'industrie de l'aluminium, représentée exclusivement par l'*Aluminium Industrie Aktiengesellschaft*, elle continue à se développer rapidement, ainsi que le montre la production, passée de 1500 tonnes en 1899, à 2500 en 1900.

La préparation électrothermique du phosphore, entreprise à Châtelaine, a cessé et, à l'heure actuelle, on ne trouve plus dans le commerce de phosphore obtenu par ce procédé.

Parmi les industries électrolytiques, celle des chlorures est en pleine prospérité; mais pour la soude et le chlore, les résultats ne paraissent pas encore définitifs; on sait que l'énergie disponible dans les usines suisses représente une production possible de 3000 à 3500 tonnes de soude à 70 pour 100 et de 7000 tonnes environ de chlorure de chaux; mais on ignore quelle est la production réelle: l'influence de cette nouvelle industrie ne s'est jusqu'à présent fait sentir que par une augmentation dans les exportations de chlorure de chaux. D'ailleurs, cette industrie rencontre en Suisse une difficulté particulière, due à l'existence d'un impôt prohibitif qui vient augmenter le prix relativement élevé du sel nécessaire à cette fabrication.

CORRESPONDANCE

Sur les propriétés des anneaux à collecteur.

MONSIEUR LE DIRECTEUR,

J'ai lu avec beaucoup d'intérêt l'article de M. Girault sur « les propriétés des anneaux à collecteur » paru dans votre Revue.

Cet article représente une nouvelle étude sur une propriété que je ne me suis pas contenté de vérifier avec M. Boucherot, mais que j'ai déjà le premier exposée et démontrée analytiquement dans toute sa généralité (*Éclairage électrique* du 23 novembre 1901).

M. Girault étudie le cas du courant alternatif simple et montre qu'il faut alors établir des courts-circuits polyphasés sur l'anneau pour obtenir les mêmes effets.

C'est une idée que j'ai exposée dans une lettre à l'*Electrical World*, parue dans le numéro du 1er février de ce journal.

Le cas du courant alternatif simple ne présente d'ailleurs qu'un intérêt secondaire et plutôt théorique. Ce courant ne permet, ici comme ailleurs, que des solutions boiteuses et incomplètes.

Pratiquement, l'excitation d'un système inducteur se fera presque toujours par des courants polyphasés.

Veuillez agréer, etc.

MARIUS LATOUR.

Sur la commutation.

CHER MONSIEUR,

Je remarque dans le numéro de l'*Industrie électrique*, qui a paru le 25 mars écoulé, et sous la rubrique « Correspondance », un entrefilet signé : *Votre vieux lecteur.*

Cet entrefilet, relatif à ma récente note sur la commutation, contient des appréciations erronées qu'il importe de relever.

J'estime en effet qu'il est indispensable que le produit $R_1 i_1$ soit inférieur à 2,5 volts à la fin de la commutation, c'est-à-dire au moment où la pointe du balai va quitter la lame.

Cette règle s'applique aussi bien aux frotteurs en charbon qu'à ceux qui sont formés par des fils ou des feuilles métalliques. Elle est indépendante de la nature et de la composition des balais.

Si mon contradicteur avait suivi les exemples numériques qui accompagnent la note en question, il aurait reconnu sans peine, qu'à la fin de la commutation, et bien que l'intensité soit très faible, la densité du courant à la pointe du balai peut atteindre et dépasser facilement, si l'on n'y prend garde, 40 ampères par cm^2 avec la qualité X.

Ce chiffre conduit, avec la résistivité de 0,07 ohm : cm qui ressort de la courbe de Dettmar, à une tension de 2,8 volts pour $R_1 i_1$. Cette différence de potentiel entre le balai et la lame, au moment où ils se quittent, est suffisante pour produire des étincelles.

Je veux croire que ces quelques explications permettront au « vieux lecteur » d'accepter sans gêne et sans restriction les conclusions auxquelles je suis arrivé, et dont l'expérience de chaque jour me confirme l'exactitude.

Veuillez agréer, etc.

BOY DE LA TOUR.



ALTERNATEUR ASYNCHRONE AUTO-EXCITATEUR
TYPE D'INDUCTION

L'alternateur asynchrone auto-excitateur que j'ai décrit ces derniers temps, a été confondu à plusieurs reprises, avec un autre système imaginé par M. Latour. Encore, dans son relevé d'un récent article de M. Latour, M. Hospitalier fait allusion à ce fait, et je crois bon d'expliquer ici *sine ira et studio* les différences essentielles des deux systèmes.

L'alternateur « shunt » imaginé par M. Latour se compose d'un stator avec enroulement triphasé et d'un rotor construit comme un induit à courant continu avec trois balais amenant au rotor les courants triphasés. Toutes ces parties s'accordent exactement avec un moteur triphasé asynchrone présenté par M. Görges, en 1891, au *Congrès international d'Électriciens* de Francfort-sur-le-Mein. Ce moteur fournit de bons résultats; il possédait même, au synchronisme, une certaine auto-excitation, ce qui fut démontré par le fait qu'à cette vitesse le déphasage entre le courant et la tension disparut. Mais M. Latour a trouvé qu'un tel moteur peut également marcher comme génératrice, et c'est sur ce dernier fait qu'il a pris son brevet.

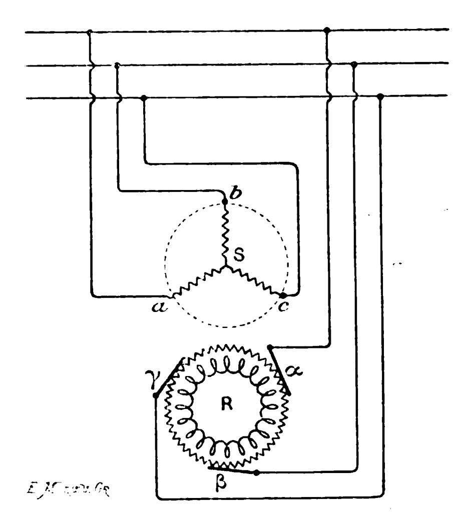
Mon alternateur, d'autre part, est caractérisé par ce qu'il est du type des machines d'induction avec enroulement d'armature fermé sur lui-même. Ces machines peuvent, comme on le sait, fonctionner aussi bien comme moteurs que comme génératrices. Il existe différentes méthodes pour l'auto-excitation de tels alternateurs et l'objet de mon invention est une nouvelle méthode d'auto-excitation caractérisée par le mode original d'introduction des courants de magnétisation dans le bobinage fermé sur lui-même du rotor.

Du reste, M. Latour, dans son article du 25 février 1902, explique lui-même très nettement les différences caractéristiques de nos deux systèmes. Il démontre que, dans son alternateur « shunt », les courants d'induction produits dans le rotor par le champ tournant doivent se communiquer au réseau par les balais. Il n'y a pas d'erreur : comme il est nécessaire que, pour engendrer un couple moteur, les forces magnéto-motrices du rotor et du stator soient sensiblement égales, les courants d'induction doivent se produire, bien que l'induit ne soit pas fermé sur lui-même. L'influence du glissement sur la marche du moteur serait donc plutôt une cause de déréglage. Il en résulte, que le fonctionnement rationnel serait celui avec glissement nul, ce que M. Latour veut obtenir en touchant les balais. Mais il serait sans doute nécessaire d'augmenter en même temps le courant d'excitation.

Le glissement, quand il se produira, sera plus grand que dans mon alternateur, où il restera, sans aucun réglage, dans des limites ordinaires. Admettons qu'il soit toujours annulé par le réglage des balais. La différence essentielle entre l'alternateur de M. Latour et le mien est que, dans sa machine, tout le courant du rotor doit passer par les balais, tandis que dans la mienne, machine d'induction, il n'en passe qu'une partie seulement; ce sont surtout les courants de magnétisation, le reste passe par l'anneau qui ferme l'enroulement du rotor sur lui-même.

L'observation que j'avais faite à ce sujet, et qui a soulevé une polémique — et jusqu'à présent M. Latour n'a pas encore prouvé que j'avais tort — était que son alternateur ne saurait marcher à cause des étincelles qui se produiront aux balais. C'est là la raison pour laquelle M. Görges a abandonné ses essais analogues de 1891, et si M. Latour et M. Poincaré prouvent, par la théorie, que les étincelles devraient disparaître, je ne peux qu'ajouter que cela dépend de la théorie qu'on applique. En pratique, elles ne disparaîtront pas.

La raison en est, qu'un champ créé par des courants alternatifs simples ou polyphasés redressés par un commutateur, n'est jamais absolument constant comme le



serait, par exemple, un champ créé par des courants continus. Dans un champ créé par des courants alternatifs redressés, il se produit, dans certaines parties du champ du moins, des oscillations provenant de la commutation. On pourra mieux se convaincre de ce fait par l'expérience élémentaire suivante :

Si, dans une machine à courant continu, on remplace des balais en cuivre par des balais en charbon, il est connu que des étincelles qui se produisaient avec des balais en cuivre disparaissent, ou du moins diminuent. Communiquons maintenant au même induit, par trois balais, un courant triphasé dont la fréquence est en synchronisme avec la vitesse angulaire de l'induit, comme le fait M. Latour; nous pourrons observer que les étincelles ne changeront pas sensiblement si nous choisissons des balais en cuivre ou en charbon. Ceci s'explique par les oscillations produites par la commutation du courant alternatif. Ces oscillations présentent une certaine forme d'énergie qui doit être détruite par la rupture du courant et se manifeste par des étincelles aux balais. Il est évi-

dent que cette énergie à détruire ne varie pas suivant la matière des balais, tandis que, pour les machines à courants continus, l'effet du court-circuit de deux lames voisines, seul phénomène à considérer, subit parfaitement bien des variations proportionnelles à la matière des balais. L'énergie à détruire reste donc essentiellement la même si nous employons des balais en cuivre ou en charbon; par conséquent, d'une manière comme de l'autre, les étincelles ne disparaîtront pas. C'est là la raison, et la seule raison, pour laquelle tous les moteurs à collecteur, dits moteurs de conduction, n'ont pas réussi avec les courants alternatifs, malgré le grand nombre de qualités précieuses qui leur sont particulières.

A l'inverse de ces machines, ces oscillations n'existent pas dans les machines d'induction. Elles sont supprimées par l'effet amortisseur de l'enroulement du rotor fermé sur lui-même. La conséquence pratique de ce fait, utilisée dans l'alternateur de mon système, ne paraît pas si évidente à première vue, et il semble même paradoxal d'adapter encore un commutateur à un enroulement déjà fermé sur lui-même. Au premier abord, il semble que des courants ne pourraient même pas être introduits dans un enroulement fermé sur lui-même, ou, du moins, que s'ils y entraient, leur effet magnétisant devrait être nul, à cause de la direction opposée qu'ils prendraient. Surtout, puisque ce sont des courants alternatifs, il semble qu'ils devraient produire des courants en court-circuit dans l'enroulement, lesquels empêcheraient toute production de champ magnétique. Cette impossibilité apparente explique pourquoi depuis onze ans, c'est-à-dire depuis les essais de Görges, on a fait des expériences avec des commutateurs à courants alternatifs, sans avoir l'idée, bien simple pourtant, d'introduire des courants alternatifs dans l'armature fermée sur elle-même des machines d'induction.

L'idée nouvelle de mon invention est donc d'introduire, à l'aide d'un commutateur, des courants alternatifs d'excitation dans le rotor d'une machine d'induction, bien que l'enroulement soit fermé sur lui-même. Le mode d'exécution le plus pratique résultant de cette idée est, comme je l'ai expliqué ultérieurement, un induit fermé sur lui-même par un anneau d'une certaine résistance, ce dernier servant en même temps de commutateur. En pratique, on ne peut pas prendre un seul anneau, parce qu'il n'existe pas de substance d'une résistance appropriée. On compose alors l'anneau d'un nombre de lames reliées entre elles par des conducteurs électriques dont la résistance est dans un certain rapport avec les résistances de l'enroulement. Un tel commutateur devient très simple, surtout à cause du nombre de lames qui peut être très petit, sans aucun danger de produire des étincelles.

Je crois ainsi avoir expliqué clairement que le commutateur, inadmissible pour tout autre système de machines à courant alternatif, ne présente plus aucun des inconvénients mentionnés, même pas ceux connus pour les machines à courant continu, si on l'emploie pour des machines d'induction avec enroulement du rotor fermé sur lui-même. Le champ, dans le rotor d'une machine d'induction, reste absolument constant, comme s'il était créé par un courant continu. Par conséquent, il ne se produit ni oscillations du champ, à l'inverse de ce qu'on constate dans les moteurs ordinaires, ni extra-courants, ni étincelles aux balais. L'enroulement fermé sur lui-même représente un amortisseur par excellence contre chaque oscillation du champ, surtout si la fermeture est faite à plusieurs endroits. Le commutateur fonctionne, en conséquence, aussi bien qu'une bague solide, ce qu'il est du reste en principe, dans le mode d'exécution expliqué. Dans aucune position des balais, il ne se produit d'étincelles, et il suffit, en principe, d'un nombre de lames évitant un contact direct entre deux balais. Dans les constructions les plus récentes, on a choisi 3 à 4 lames sur la distance de deux balais. Comparé à un commutateur à courant continu, ce nombre de lames entre deux balais est, comme on le sait, de 20 à 30.

Le résultat nouveau obtenu par le procédé décrit est, en résumé, l'excitation d'un champ constant, sans oscillations au rotor, par des courants alternatifs redressés. La différence entre mon système et le procédé de M. Latour devient encore plus évidente, si on choisit comme courant excitateur un courant alternatif simple. M. Boucherot a démontré [1] que, dans la machine de M. Latour, le courant alternatif simple ne produit aucun effet. Mais la première machine de mon système construite par la V. E. A. G. de Vienne, et qui a donné des résultats parfaits, était excitée par un courant alternatif simple.

ALEXANDRE HEYLAND.

APPLICATION DE L'ONDOGRAPHE
A LA DÉCOMPOSITION
D'UNE ONDE ÉLECTRIQUE PÉRIODIQUE COMPLEXE
EN SES HARMONIQUES

La détermination de la grandeur et de la phase de chacun des harmoniques constituant une onde périodique complexe a fait l'objet d'un grand nombre de travaux. Les méthodes proposées ou employées se décomposent en méthodes graphiques et en méthodes expérimentales.

Les méthodes graphiques présentent, en général, une grande incertitude résultant de la difficulté que l'on rencontre à tracer, même avec les appareils actuels les plus perfectionnés, une courbe assez fidèle pour qu'on puisse la décomposer exactement et sûrement.

Les méthodes expérimentales fournissent, surtout avec les *graphes* actuels, des résultats plus certains, puisqu'elles permettent de tracer chacun des harmoniques en tenant compte à la fois de son amplitude et de sa phase. La

[1] *L'Eclairage électrique*, 23 nov. 1901, p. 295.

méthode qui nous semble appelée à supplanter toutes les autres est basée sur la méthode de résonance signalée pour la première fois par M. I. Pupin [1] en 1894.

Cette méthode a été récemment développée par M. Armagnat avec l'oscillographe de M. Blondel, et par l'auteur avec son ondographe.

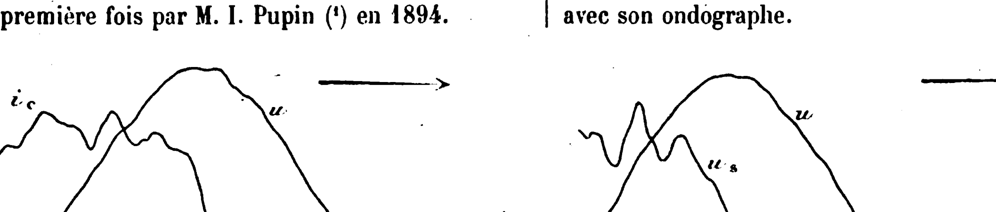


Fig. 1. — Révélation des harmoniques d'une onde complexe par le courant de charge d'un condensateur.

u, différence de potentiel complexe. — *ic*, courant de charge du condensateur.

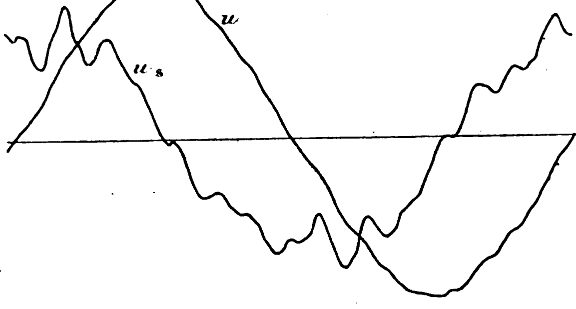


Fig. 2. — Révélation des harmoniques d'une onde complexe par la différence de potentiel aux bornes d'une bobine de self-induction.

u, différence de potentiel complexe. — u_s, différence de potentiel aux bornes de la bobine de self-induction.

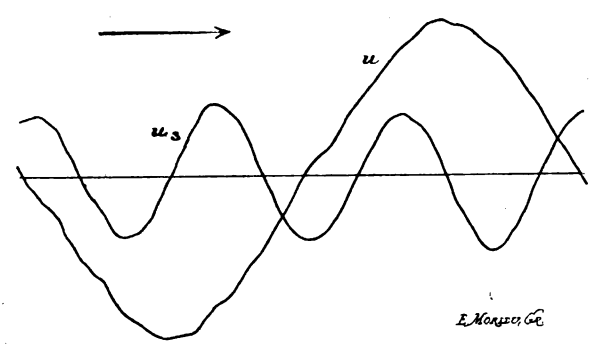


Fig. 3. — Harmonique 3 renforcé.

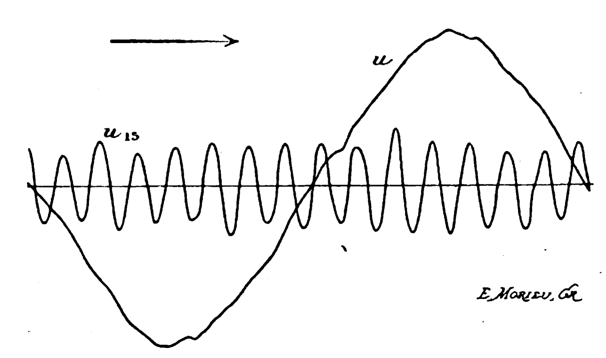


Fig. 4. — Harmonique 15 renforcé.

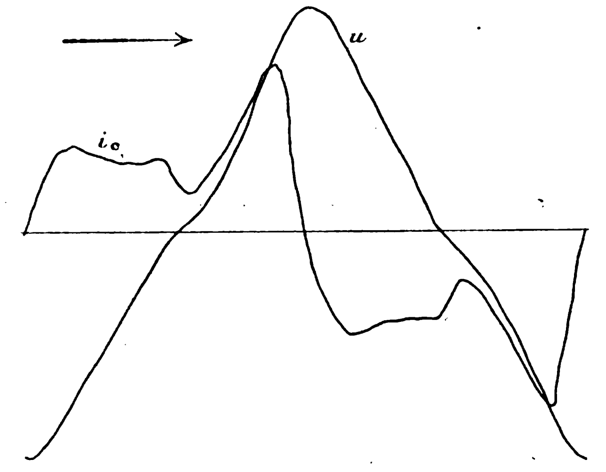


Fig. 5. — Courant de charge d'un condensateur sur le secteur de la Rive gauche alimenté par des anciennes machines Zipernowsky.

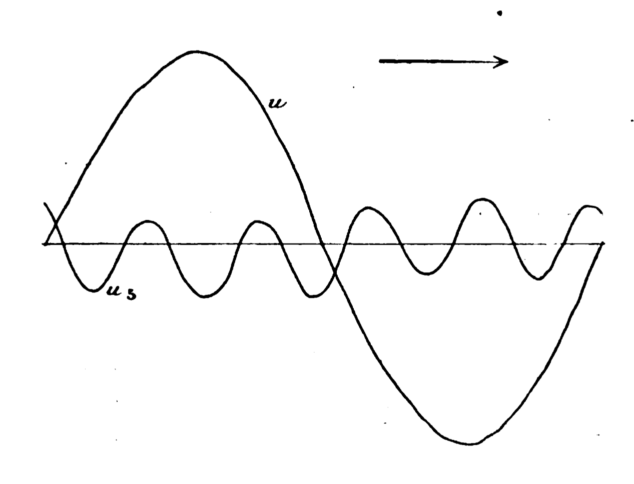


Fig. 6. — Alternateur Ferranti de l'usine des Halles. Différence de potentiel et harmonique 5 renforcé.

En ce qui concerne l'emploi de l'oscillographe, nous renvoyons le lecteur à l'article récemment publié par M. Armagnat [2], nous contentant d'exposer les résultats de nos expériences avec l'ondographe, expériences largement facilitées par le concours des élèves de l'École de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris, l'emploi de grands condensateurs et de bobines de self-induction à grande constante de temps mis gracieusement à notre disposition par M. J. Carpentier et M. A. Hillairet.

Notre étude a porté, jusqu'à ce jour, sur la décomposition en ses harmoniques, de l'onde périodique de différence de potentiel du secteur de la Rive gauche, telle

[1] M. I. Pupin, Resonance analysis of alternating and polyphase currents. *American Institute of Electrical Engineers*, 18 mai 1894.

[2] H. Armagnat, Application des oscillographes à la méthode de résonance. *L'Éclairage électrique* du 15 mars 1902.

qu'elle nous parvient après avoir traversé le transformateur desservant l'École de physique et de chimie.

On peut admettre, en principe, qu'une onde alternative renferme *tous* les harmoniques impairs avec des amplitudes plus ou moins grandes, nulles pour ceux qui n'y figurent pas. Le premier problème à résoudre consiste donc à déterminer le rang de l'harmonique le plus élevé. En désignant par ω la pulsation de l'onde fondamentale et par n le rang de l'harmonique, il s'agit de déterminer n, c'est-à-dire de révéler le rang de l'harmonique le plus élevé.

Nous employons pour cela deux méthodes évidentes et élémentaires, mais que nous n'avons vu signaler nulle part : l'une utilise les propriétés de la capacitance, l'autre celles de l'inductance.

Méthode de la capacité. — On monte en dérivation sur la différence de potentiel périodique à analyser une capacité aussi grande que possible et on trace la courbe du courant de charge de ce condensateur en montant l'ondographe aux bornes d'une résistance sans self-induction aussi petite que possible, intercalée dans le circuit de charge du condensateur.

En désignant par U_n la différence de potentiel efficace correspondant à l'harmonique de rang n, l'intensité efficace correspondante I_n pour cet harmonique aura pour expression :

$$I_n = n\omega \cdot C \cdot U_n.$$

On renforce donc, par cette méthode, l'harmonique de rang n proportionnellement à son rang n, et l'on obtient une courbe dentée dont le nombre de dents indique très facilement le rang de l'harmonique le plus élevé. La figure 1 montre, à titre d'exemple, la révélation très nette de l'harmonique 15 sur le secteur de la Rive gauche, harmonique que la forme sensiblement sinusoïdale de la différence de potentiel ne permettrait pas de prévoir.

Méthode de la self-induction. — On établit aux bornes de la différence de potentiel à analyser un circuit formé par une bobine de self-induction présentant une constante de temps aussi élevée que possible, et une très grande résistance sans self-induction.

La différence de potentiel U_s aux bornes de la bobine de self-induction a sensiblement pour expression, si sa résistance est négligeable devant son inductance :

$$U_s = n\omega \cdot L.I.$$

On obtiendra ainsi, en enregistrant à l'ondographe les valeurs instantanées de la différence de potentiel aux bornes de la self-induction, une courbe dentée analogue à celle que fournissait le courant de charge d'un condensateur, et il sera facile de déduire de cette courbe le rang de l'harmonique le plus élevé.

La figure 2 représente la courbe révélant le même harmonique de rang 15 sur le secteur de la Rive gauche.

Cette détermination ayant limité les recherches, on peut alors tracer l'onde fondamentale et tous les harmoniques jusqu'à celui de rang n inclus.

La méthode employée avec tous les graphes est celle indiquée par M. Pupin en 1894. Elle consiste à constituer un circuit en résonance pour chacun des harmoniques en utilisant la relation connue

$$n^2\omega^2 LC = 1$$

avec un condensateur et une capacité variables montés en tension entre eux et en dérivation sur la différence de potentiel à analyser.

Si la résistance R constituée par ce circuit est assez faible, lorsque la résonance est obtenue pour un harmonique de rang n, l'impédance que ce circuit offre à tous les autres harmoniques est considérable, et le courant traversant le circuit est précisément l'harmonique de rang n défini par les relations :

$$U_n = RI_n; \quad \operatorname{tg} \varphi = 0.$$

Avec un ondographe préalablement étalonné, on peut donc tracer les valeurs instantanées de I_n et en déduire U_n.

Pour être sûr de la résonance de l'harmonique, on détermine la valeur théorique qu'il faut donner au produit LC, d'après la fréquence, on ajoute L et C pour y satisfaire, et on fait ensuite varier lentement L ou C autour de la valeur théorique jusqu'à ce qu'un ampèremètre thermique intercalé dans le circuit en résonance indique le courant maximum.

Avec l'ondographe, on constate cette résonance par l'amplitude et la régularité de la courbe sinusoïdale, courbe qui se déforme par l'interférence des harmoniques voisins lorsqu'on s'écarte de la résonance.

Pour les harmoniques de rang peu élevé, et dont l'amplitude est généralement assez grande, on peut monter l'ondographe aux bornes d'une résistance sans self-induction montée en tension dans le circuit en résonance. La courbe tracée par l'ondographe est *en phase* avec l'harmonique.

Pour les harmoniques de rang élevé et de faible amplitude, la sensibilité serait insuffisante. On l'augmente par un artifice qui consiste à tracer la différence de potentiel, non plus aux bornes d'une résistance intercalée dans le circuit, mais aux bornes de la self-induction.

Dans ces conditions, on obtient une différence de potentiel beaucoup plus grande, et la courbe tracée par l'ondographe est *déphasée en avant* sur l'harmonique réel d'une valeur définie par la relation

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{n\omega \cdot L}{R}.$$

En pratique, $n\omega L$ étant très grand et R assez petit, $\operatorname{tg} \varphi$ est très grand, la courbe tracée par l'ondographe est déphasée en avance de *un quart de sa période*. Il importe donc de tenir compte de ce phénomène lorsque l'on veut reconstituer l'onde fondamentale par synthèse.

On pourrait également tracer les harmoniques de rang élevé en établissant l'ondographe aux bornes de la capa-



cité, auquel cas la courbe tracée serait déphasée *en retard* de un quart de sa période, mais il est préférable de brancher l'ondographe aux bornes de la self-induction, afin d'éviter les étincelles aux balais de l'appareil au moment où la capacité de mesure est mise en dérivation sur la capacité de résonance qui la charge trop brusquement.

Nous avons pu, en appliquant les méthodes indiquées, tracer les harmoniques 3, 5, 7, 9, 11, 13 et 15 du secteur de la rive gauche et les tracer successivement avec une grande netteté. Malheureusement, nous avons dû, pour satisfaire à la condition de résonance : $n^2\omega^2LC = 1$, et pour obtenir une suffisante sensibilité, employer des bobines différentes, présentant des self-inductions et des résistances différentes, et modifier aussi les capacités de mesure. Il en résulte que les amplitudes obtenues pour ces différents harmoniques ne sont pas en rapports connus avec les amplitudes réelles, et que nous ne pouvons les utiliser à la reconstitution de la courbe par synthèse.

Nous nous contentons, à titre d'exemple, de reproduire ici les courbes représentant l'harmonique 3 et l'harmonique 15.

On voit que leurs formes sont très nettement sinusoïdales, et que les petites modifications pouvant résulter d'une ondulation à longue période de la vitesse angulaire de l'alternateur n'altèrent pas sensiblement leur forme. Cela tient au principe même de l'ondographe qui, répartissant le tracé sur 1000 périodes, trace, en réalité, l'onde qui correspond à la *résonance moyenne* du circuit.

Avec les appareils tels que le rhéographe et l'oscillographe dont les tracés se rapportent à une seule période, la probabilité d'une résonance exacte pour la période photographiée est précisément fonction des oscillations à longue période, et se trouve d'autant plus petite que ces oscillations à longue période sont elles-mêmes plus lentes.

La figure 5 représente la courbe de charge d'un condensateur sur le secteur de la Rive gauche lorsque les anciens alternateurs Zipernowsky sont seuls en service. Elle révèle très nettement la présence de l'harmonique 5 comme étant le plus élevé.

La figure 6 se rapporte à un alternateur Ferranti de l'Usine des Halles que nous avons pu ondographier, grâce à l'obligeance de MM. Lauriol, Chrétien et Mestre. La fréquence 88 à laquelle fonctionne cet alternateur augmente l'impédance du moteur synchrone qui ne peut s'accrocher qu'en lui fournissant une différence de potentiel d'au moins 250 volts entre ses bornes. Nous avons pu cependant mettre en évidence l'harmonique de rang 5 et le tracer ensuite en le faisant résonner.

Nous pourrions multiplier les exemples : ceux que nous venons de citer suffisent pour montrer les services que peut rendre l'ondographe comme *révélateur* de l'existence des harmoniques les plus élevés d'un réseau, et comme appareil de détermination de l'amplitude et de la phase de chacun des harmoniques constituant une onde complexe.

E. HOSPITALIER.

CALCUL DES BATTERIES A RÉGIME VARIABLE

Il n'existe actuellement aucune méthode rationnelle qui permette de déterminer pratiquement les dimensions d'une batterie d'accumulateurs devant couvrir un diagramme connu d'avance.

En général, l'on se donne des dimensions approximatives, soit en décimètres carrés de plaques positives, soit par le poids des électrodes, et l'on vérifie, par des moyens nombreux et variés, si l'élément choisi répond suffisamment à la capacité variable exigée. Il est facile de s'en rendre un compte exact par la méthode suivante, qui n'est, en somme, qu'une analyse graphique, et dont l'application est fort simple.

Divisons tout d'abord (fig. 1) notre diagramme en une

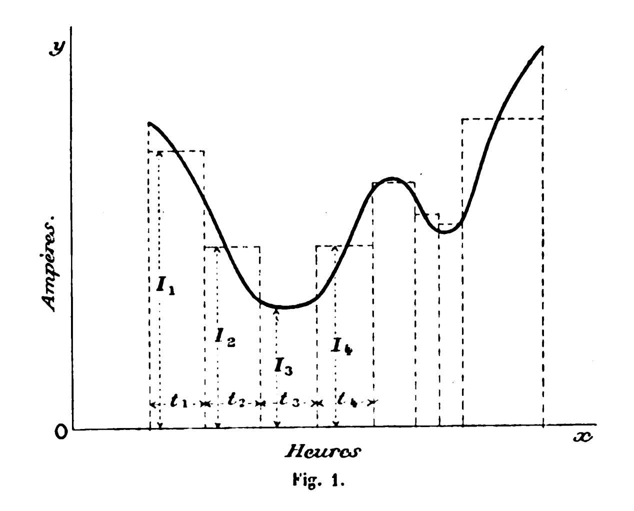


Fig. 1.

série d'intensités moyennes $I_1I_2I_3$ et une série de durées correspondantes $t_1t_2t_3$, de sorte que la capacité totale

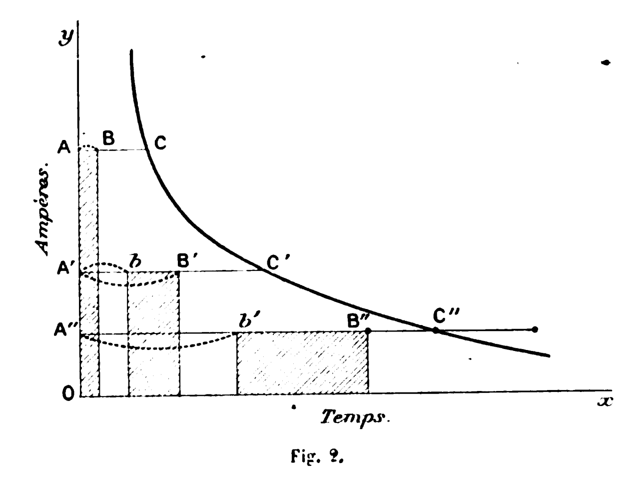


Fig. 2.

puisse être représentée par la somme des capacités élémentaires I_1t_1, I_2t_2, I_3t_3.

Considérons alors la courbe des débits par dm² en fonction du temps (fig. 2) : un point quelconque sur cette

courbe sera le point représentatif de la capacité que peut fournir l'élément à un régime de décharge également quelconque.

Prenons donc le premier régime $I_1 = OA$ ramené naturellement au dm²: la durée totale serait AC; nous lui ôtons une durée élémentaire $t_1 = AB$, il restera alors à débiter BC. Prenons ensuite le second régime $I_2 = OA'$; à ce nouveau débit, la batterie durerait $A'C'$; mais avant d'en soustraire $t_2 = bB'$, retranchons la durée déjà débitée $t_1 = A'b$ ramenée, bien entendu, au régime I_2, c'est-à-dire

$$A'b \gtreqless AB, \text{ si } I_1 \gtreqless I_2.$$

Il restera donc dans la batterie une durée disponible $B'C'$, et ainsi de suite jusqu'au dernier débit.

Si alors le dernier point représentatif B'' tombe à l'intérieur de la courbe, la batterie est trop forte ; s'il tombe sur la courbe, elle est juste, enfin s'il tombe au dehors, elle est insuffisante. L'excès comme l'insuffisance seront mesurés par la distance entre le point B'' et le point d'intersection avec la courbe.

Mais pour faire de cette méthode un procédé réellement pratique, il faut pouvoir convertir aisément les durées, que l'on sait être variables avec le régime pour une même capacité, d'après une loi connue, au moyen d'un calculateur rectiligne construit à cet effet.

Pour cela, portons en abscisses, à la même échelle que la courbe du débit en fonction du temps, les durées, et relevons par arc de cercle une échelle correspondante des débits comme ordonnées; l'on obtient ainsi un réseau présentant l'aspect de la figure 3. Si nous traçons un

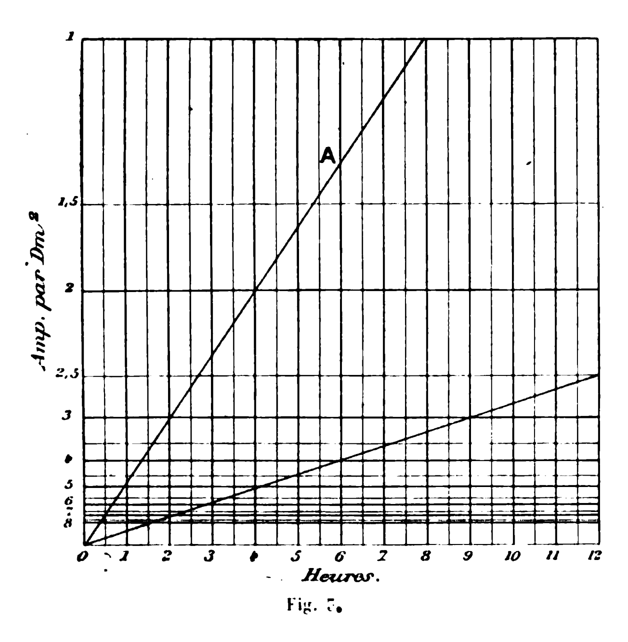


Fig. 3.

vecteur, partant du zéro et passant par le point de rencontre de la durée et du régime à convertir, l'on aura toutes les durées à tous les régimes correspondant à la capacité exprimée par le vecteur.

C'est ainsi que le vecteur A représentant une capacité de 6 ampères-heure, nous montre que 2 heures à 3 ampères équivalent à 8 heures à 1 ampère ou à 1 heure à 5 ampères.

Dès lors, pour appliquer la méthode précédente, il suffira de choisir l'un quelconque des régimes moyens déterminés, et l'on opérera sur l'abscisse correspondante en additionnant toutes les durées élémentaires ramenées à ce régime; l'on obtiendra ainsi le point indicateur B'' très rapidement.

J. IZART.

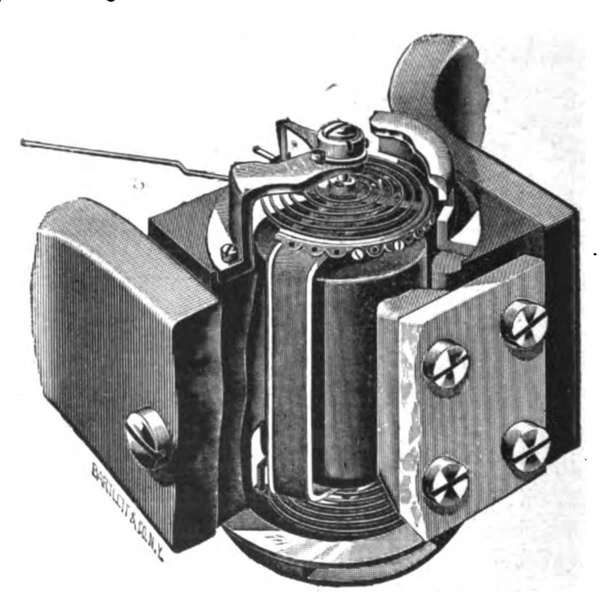
LES VOLTMÈTRES DE PRÉCISION

POUR LABORATOIRES INDUSTRIELS

SYSTÈME WESTON

Les appareils de mesure système Weston ou leurs dérivés sont aujourd'hui si répandus qu'il paraît inutile d'en donner ici une description même succincte; tout le monde connaît, pour les avoir vus ou les avoir eus entre les mains, les voltmètres ou ampèremètres à cadre mobile.

Les instruments originaux de Weston ont subi avec le temps des améliorations notables dans leur mode de fabrication et dans les soins apportés à leur construction; ces perfectionnements en ont fait aujourd'hui de vrais appareils de précision pouvant, dans bien des cas, remplacer un galvanomètre dans un laboratoire industriel.


Fig. 1 — Vue du mécanisme des appareils Weston.

Les instruments étalons spéciaux de Weston pour laboratoire peuvent indiquer jusqu'à 0,0001 volt pour une division de l'échelle; un œil exercé pouvant lire aisément le dixième d'une division appréciera donc le cent-millième de volt. La longueur de l'aiguille atteint 200 mm dans les nouveaux voltmètres de précision, soit plus du double de celle des appareils ordinaires; le cadran porte en plus de la graduation habituelle longitudinale, qui est paral-

lèle à l'aiguille, une graduation transversale en 5 divisions équidistantes permettant de lire directement les deux dixièmes d'une division.

Au point de vue électrique, toute correction de température due à la variation de résistance est pratiquement inutile; l'exactitude qui atteint 0,2 pour 100 à 20°C,

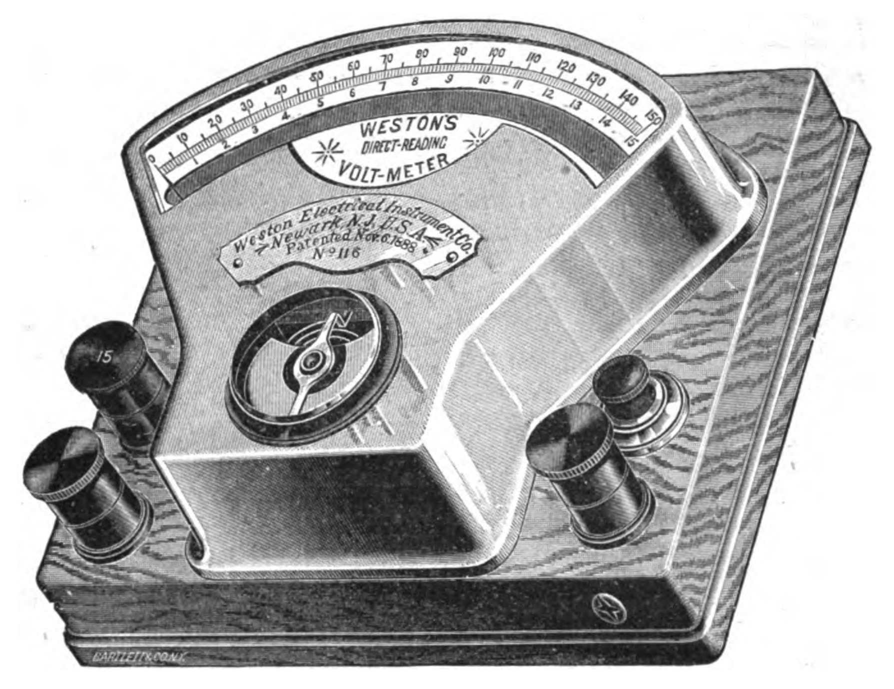


Fig. 2. — Vue d'ensemble d'un voltmètre de laboratoire système Weston.

varie de moins de 0,02 pour 100 par degré. La résistance de ces appareils est très élevée, elle atteint 164 ohms par volt; une très minime partie représente la résistance du cadre mobile; le reste est constitué par des bobines addi-

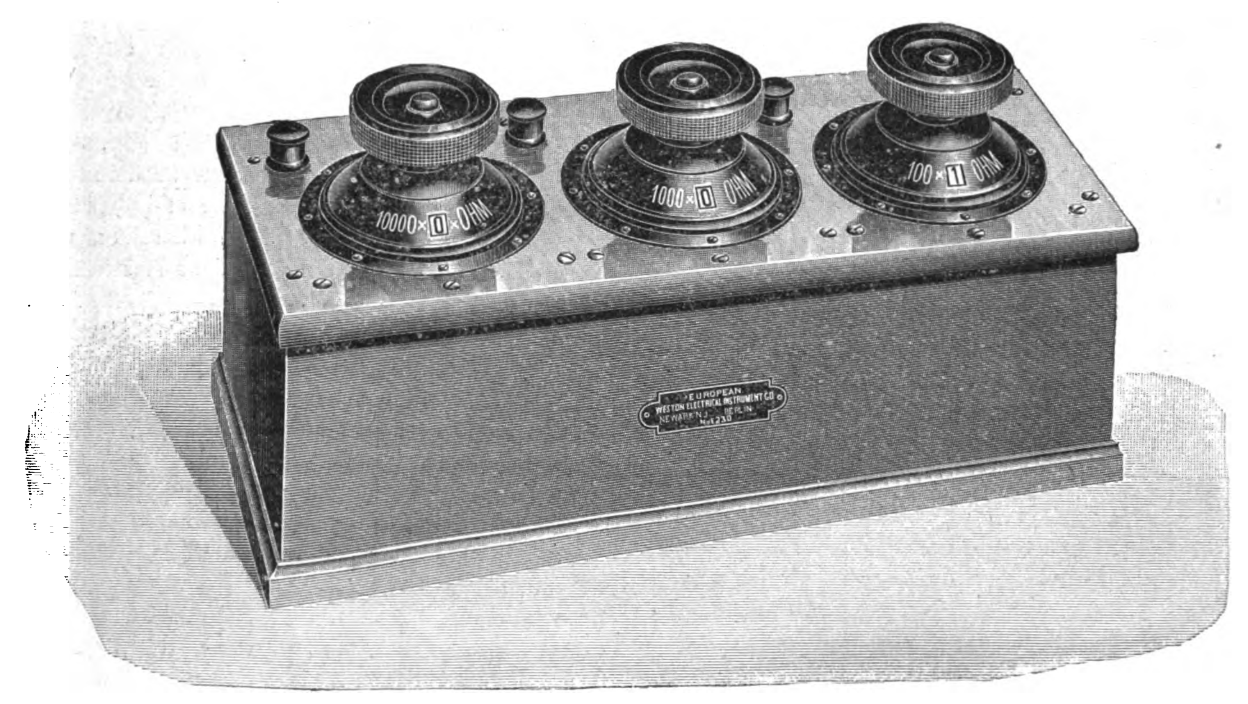


Fig. 3. — Caisse de résistances additionnelles pour voltmètre Weston.

tionnelles enroulées avec un fil, dont le coefficient de température est sensiblement nul.

Le cadre mobile (fig. 1) n'offre rien de particulier; il se déplace dans un champ rendu uniforme par la présence d'un cylindre de fer doux et par un entrefer bien étudié. Deux ressorts spiraux le rappellent au zéro en même temps qu'ils servent à amener le courant aux deux extrémités du fil du cadre mobile.

L'apériodicité de ces appareils est très grande ; elle est obtenue en enroulant le fil de la bobine mobile sur une carcasse en cuivre rouge, ou en aluminium dans les appareils de précision.

Une glace disposée à côté de la graduation supprime les erreurs dues à la parallaxe; il suffit, avant chaque une lecture, de faire coïncider l'aiguille avec son image en déplaçant l'œil; à ce moment on relèvera sur le cadran la valeur de l'indication.

Le voltmètre étalon de précision Weston peut être gradué pour n'importe quelle tension comprise entre 0 et 300 volts; généralement ils portent deux graduations, l'une de 0 à 1,5 volt par exemple, l'autre de 0 à 150 volts avec trois bornes; l'une d'elles est commune, les deux autres sont employées suivant que la tension à mesurer est comprise entre 0 et 150 volts, ou entre 0 et 1,5 volt. Dans certains appareils un bouton poussoir permet de ne faire fonctionner l'instrument que lorsque les lectures sont nécessaires, non à cause du fil de l'enroulement, qui a une résistance suffisamment élevée pour rester indéfiniment en circuit, mais pour éviter de faire travailler les ressorts spiraux et de leur communiquer une déformation permanente pouvant se traduire par un déplacement du zéro (cette déformation disparaît, du reste, pendant les longs intervalles de repos). Dans les nouveaux modèles, ce bouton a été supprimé.

Pour des tensions élevées, on emploie, avec le voltmètre de précision, des résistances additionnelles spéciales permettant de lire directement non plus sur le voltmètre, mais sur la boîte de résistance elle-même la valeur de la tension cherchée.

Ces résistances de précision peuvent être employées aussi bien comme rhéostat pour usages quelconques que comme résistances additionnelles pour les voltmètres Weston à courant continu. Les boites sont pourvues, dans ce but, de deux graduations, l'une en ohms, l'autre en volts, à condition de l'employer avec le voltmètre spécial de 0 à 1,5 volt, qui a une résistance déterminée toujours la même.

La figure 3 donne une vue d'ensemble d'une semblable caisse de résistances. On distingue trois boutons moletés, l'un commande les centaines, l'autre les milles et la troisième les dizaines de mille. Les plots de contacts sont protégés contre la poussière par un couvercle spécial ; cette fermeture a, de plus, l'avantage de soustraire à l'action de la lumière l'ébonite servant de support isolant aux plots. On sait que cette matière s'altère assez vite et que la trop grande lumière donne naissance, à la surface de l'ébonite, à une couche imperceptible d'acide sulfurique (oxydation du soufre) suffisante pour compromettre l'isolement.

Pour se servir de la boîte avec le voltmètre de précision, on montera les deux instruments en série en ayant soin d'introduire le maximum de résistance au moyen des boutons moletés. Les appareils seront reliés au circuit dont on veut connaître la tension; l'aiguille du voltmètre indiquera aussitôt une valeur quelconque, mais on ne s'en préoccupera pas; on agira sur les boutons moletés en diminuant la résistance jusqu'à ce que l'aiguille de l'appareil soit exactement sur la division 150 ; on lira à ce moment la valeur de la tension sur la caisse de résistances.

Pour les courants alternatifs où les appareils à aimant cessent d'être applicables, la Compagnie Weston construit des voltmètres et ampèremètres basés sur le principe de l'électrodynamomètre de Weber, c'est-à-dire sur l'attraction d'une bobine mobile, analogue comme mode de suspension au cadre des mêmes appareils à courant continu, par une bobine fixe remplaçant les aimants inducteurs.

Tandis qu'au point de vue de la sensibilité, de la résistance élevée et de la faible consommation d'énergie, le voltmètre normal Weston à aimants leur est préférable pour la mesure des courants continus, ces appareils n'en restent pas moins très pratiques et très utiles pour les courants alternatifs. A l'opposé des appareils thermiques, les instruments Weston pour courant alternatif se distinguent par une résistance très élevée et une grande constance du zéro. On pourrait objecter cependant que la self-induction est un obstacle à leur emploi; les constructeurs affirment qu'elle introduit une erreur seulement de 0,05 pour 100 avec un voltmètre de 120 volts et pour une fréquence de 150 périodes par seconde; avec des tensions plus élevées, cette erreur est relativement plus petite.

L'influence de la température est compensée au moyen d'un régulateur placé à l'intérieur de l'instrument ; ces appareils sont tout à fait apériodiques, l'aiguille se fixant immédiatement à sa position d'équilibre, comme dans les appareils à courant continu.

La plupart des appareils de mesure système Weston, et en particulier les instruments de laboratoire, sont enfermés dans une boîte métallique pourvue d'une fenêtre laissant voir une partie de l'aiguille et la graduation. Cette construction donne aux appareils la solidité voulue, en même temps qu'elle évite les actions électrostatiques dues au nettoyage des glaces. A. S.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

La National Electrical Manufacturers Association. — Tandis que se formait un syndicat des électriciens pour protéger les maisons qui entreprennent les installations électriques dans des conditions inégales de la part des maisons en gros, on vit tout de suite qu'il y avait un autre inconvénient à cette question, et qu'il fallait aussi protéger les grands magasins d'électricité en gros contre certains petits marchands, qui ne payaient pas leurs comptes et, de leur côté, étaient cause des désagréments. Quelques maisons électriques se sont récemment décidées à former, sous le titre énoncé plus haut, une association



dans le but de protéger leurs intérêts, et en même temps de traiter des questions qui se rapportent à l'industrie électrique en général. Le but de cette société sera de placer les diverses sections de l'industrie électrique sur une bonne base industrielle, sans antagonisme envers les Sociétés ou les Instituts commerciaux qui existent déjà.

L'Association des ingénieurs électriciens. — Dernièrement on a lu trois intéressantes communications à l'Institut, toutes les trois au sujet des commotions électriques. Ces thèses furent celles de M. Aspinall, du major-général Webber, et de M. Trotter. La première et la dernière furent les meilleures. M. Aspinall donna quelques résultats curieux de commotions sur des personnes se trouvant dans divers états de conscience, depuis l'idiot et l'ivrogne, jusqu'à l'épileptique et au dormeur; il montra que dans certaines conditions ces personnes furent impermeables aux chocs qui les auraient tuées. Dans un tout autre genre, M. Trotter, qui est un membre officiel du *Board of Trade*, fit des essais sur une petite étendue de chemin de fer électrique qui disposait de 500 volts entre le rail latéral et les rails de roulement. Il se jeta un peu partout sur cette voie, et déclara qu'il existait de profondes erreurs populaires, quant au danger de tomber sur une telle voie. Depuis cela on a fait des essais au *Board of Trade* et on a montré que quelques personnes peuvent supporter près de 15 milliampères entre deux doigts sous 200 volts, et 30 milliampères de pied à pied sous 500 volts.

L'éclairage électrique des quais de Londres. — Le système d'éclairage électrique du Victoria Embankment de Westminster Bridge, dont une partie fut inaugurée par le *London County Council* l'année dernière, a été récemment terminé et se trouve maintenant en pleine activité. La première installation fut limitée au bord du quai, des lampes à arc de 6 ampères du type ordinaire étant adaptées aux candélabres artistiques qu'on employait autrefois avec l'éclairage au gaz. Maintenant le boulevard est illuminé par une rangée de lampes de 12 ampères de chaque côté. Les lampes et l'appareil suspension ont été installés par la *Gilbert Arc Lamp Compagny Limited* de Chingford.

Un point spécial de cette installation est peut-être la longueur extraordinaire des charbons employés — ils n'ont pas moins de 2 m sur chaque lampe — dans ce cas comme dans la plupart des installations de l'éclairage public exécutées par cette maison. Malgré cela, l'aspect de la lampe est très bien et de bonne proportion.

L'appareil de suspension est exceptionnellement puissant, et il présente plusieurs points nouveaux : la lampe est suspendue par deux fortes cordes en acier, telles qu'elle ne peut pas se tordre sous l'effet du vent, et il est impossible qu'elle se mette hors du circuit ou qu'elle tombe. On fait le contact par des plongeurs à ressort à grande course. Les avantages obtenus sont tels que le nombre d'heures d'éclairage est porté à près du double de celui obtenu avec la plupart des autres lampes.

La poste et la télégraphie sans fil. — A la Chambre des Lords on a récemment discuté la position de la poste vis-à-vis de la télégraphie Marconi. Lord Lamington demanda au postmaster général quelle était l'attitude du Gouvernement. Il basa sa question sur un discours récemment prononcé par M. Marconi dans lequel celui-ci dit que la seule raison pour laquelle son système n'avait pas été employée en Angleterre et en Irlande pouvait être trouvée dans le monopole demandé par la poste anglaise.

Le postmaster général dit que jusqu'à présent la télégraphie sans fil de Marconi avait excité un grand intérêt dans le pays. Il lui était impossible en cette occasion de répondre pour le Gouvernement parce qu'il y avait deux autres départements très importants, l'Amirauté et le *Board of Trade*, qui étaent également intéressés; ainsi il ne pouvait répondre que comme directeur de son propre département.

A la poste on regardait cette question de télégraphie sans fils comme d'une importance énorme, et on croyait que dans l'avenir elle aurait de grands avantages. On considérait que c'était une grande découverte, et on ne serait que trop contents lorsque l'occasion se présenterait de lui donner toute facilité.

Mais quant à la communication entre les vaisseaux en mer et les stations de signaux, se mêler de cela serait sortir de ses attributions de postmaster général.

Il lui fallait considérer les intérêts et les vues des autres départements dont il avait fait mention, et il n'avait aucun doute qu'au moment actuel, la télégraphie sans fil étant aux mains de Sociétés anonymes particulières pourrait s'opposer bien sérieusement aux essais de l'Amirauté; et jusqu'à ce que l'Amirauté aurait dissipé les doutes qui existent à présent, il ne se considérerait pas libre de donner cette autorisation qu'il voudrait bien donner sous d'autres conditions.

Quant à l'exploitation du système Marconi dans le Royaume-Uni, il ne serait pas disposé de la donner actuellement. Il faudrait voir d'abord si on pourrait exploiter le système plus efficacement et plus économiquement que l'ancien système. Avec le temps on pourrait trouver à exploiter la télégraphie sans fil avec un certain profit; et si c'était le cas, il n'était pas besoin de dire qu'il lui donnerait le meilleur appui de la poste sans aucune hésitation.

A présent l'Amirauté fait des essais sur la côte du Sud, elle désire ne pas accorder de facilités pour l'emploi à travers les eaux territoriales, jusqu'à ce qu'on soit assuré que ces essais ne peuvent souffrir aucune perturbation.

Les voitures électriques en emploi à la poste. — A Liverpool on remplacera les voitures à chevaux qu'on a employées depuis plusieurs années, dans le service de poste nocturne entre Liverpool et Manchester, par des voitures électriques. Le Gouvernement a passé un contrat avec MM. G. T. Milnes et Cie de Hadley, pour une fourniture de voitures à moteurs électriques pour un

service postal. Les dimensions des véhicules sont de 5 m de longueur, 2 m de largeur, avec une largeur de voie de 1 m. Les voitures pourront supporter une charge de 1000 kg.

MM. Milnes et Cie sont les grands constructeurs des voitures de tramways, qui ont aussi établi leur réputation pour de grandes automobiles actionnées par le pétrole ou la vapeur.

L'exposition de Wolverhampton. — L'exposition des arts et de l'industrie à Wolverhampton en 1902, paraît devoir obtenir un grand succès, car plusieurs maisons des plus importantes demandent de l'emplacement pour faire une grande exposition. En particulier on peut mentionner les fabricants de machines et appareils électriques, et les constructeurs des plus récentes machines à grande vitesse adaptées aux dynamos.

On a fait aussi des arrangements pour montrer en plein fonctionnement des spécimens de la chaudière nouvelle allemande (Dürr) à tubes d'eau, et aussi celle de Cahall.

Des gravures publiées montrent les bâtiments en voie de construction, on voit qu'ils couvriront une grande superficie de terrain, et l'affaire entière paraît avoir été traitée sérieusement comme une vraie exposition industrielle. Comme elle se trouve tout au milieu du Pays Noir, la section des machines ne peut manquer d'être très complète et très intéressante.

Le chemin de fer central de Londres. — On continue à acquérir une expérience nouvelle sur ce chemin de fer électrique, et, comme résultat, le public en profite. Un ventilateur de 4 m a été placé à la base d'un des puits d'ascenseurs pour épuiser l'air dans les tunnels pendant la nuit, après que les trains ont cessé de circuler. De cette manière on obtiendra un renouvellement de l'air tous les jours.

On dit que les essais faits avec le ventilateur ont donné complète satisfaction, et on ajoutera plusieurs ventilateurs si cela est nécessaire.

Quant au danger de tomber sur la voie accidentellement, ou par suicide, la Société s'est décidée d'ôter le plancher entre le rail le plus près du quai et le rail électrisé; dans les stations, un fossé profond est construit audessous de ce plancher, et on a pensé que les personnes qui pourraient tomber sur la ligne s'élanceraient dans cet espace.

Cette supposition se réalisa. Il y a quelques jours, un homme tenta de se suicider en se jetant sur la ligne en avant de la locomotive, mais il tomba dans le puits et ne souffrit d'autre mal que de l'étourdissement.

Les tramways de South Lancashire. — Ce très grand projet, qui embrassera ultimément près de 150 km de voies, est équipé électriquement par MM. Willing frères, qui représentent la Société anonyme Électricité et Hydraulique de Charleroi. Récemment ils ont obtenu un autre contrat, qui comprend l'équipement électrique complet de deux sous-stations qu'on a organisées avec quelques machines auxiliaires pour la station de génération. Il y aura trois moteurs générateurs de 250 kw et trois de 150 kw, un feeder avec survolteur positif de 56 kw, un de 20 kw et un de 35 kw, trois feeders avec survolteurs négatif de 8 kw et trois de 10 kw, un survolteur réversible de 40 kw, un de 14 kw, et un de 24 kw pour charger les batteries. L'équipement de la station entière, y compris les générateurs à vapeur, l'installation de condensation, la tour de refroidissement, grues, et le moteur générateur avec l'appareillage des 50 premiers tramways sont aussi fournis par MM. Willing frères, et l'ouvrage est commencé. Toute la commande pour les machines électriques seules s'élève à plus de 11 500 chevaux. C. D.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 3 mars 1902.

La magnétostriction des aciers au nickel. — Note de MM. Nagaoka et K. Honda, présentée par M. A. Cornu, — L'étude des variations de dimensions des alliages de fer et de nickel soumis à des actions magnétiques présente un double intérêt. D'une part, leur emploi croissant dans les appareils de mesure, en raison de leur anomalie de dilatation, exige que l'on connaisse parfaitement toutes leurs causes de variations; d'autre part, cette étude peut fournir des documents précieux en vue d'établir la théorie des transformations de ces alliages.

Nos recherches ont montré que les changements de longueur, dans les champs auxquels les instruments de mesure peuvent être soumis, sont assez faibles pour qu'il n'y ait pas à en tenir compte; mais que, d'autre part, ils ne suivent en aucune façon la loi des mélanges, et sont beaucoup plus considérables que ceux du fer ou du nickel pris isolément.

Les échantillons sur lesquels ont porté nos études [1] consistaient en fils de divers diamètre, ou en ovoïdes allongés, de 1 cm d'épaisseur maxima et de 20 cm de longueur. Ils étaient soumis au champ magnétique produit par une bobine dont les constantes sont les suivantes : longueur, 30 cm; diamètre, 3,2 cm; résistance, 0,56 ohm; $4\pi n = 379,7$. La bobine était enfermée dans une enveloppe à circulation d'eau; l'échauffement par le courant était, d'ailleurs, extrêmement faible, en raison de la faible résistance de la bobine, excepté pour des champs supérieurs à 1000 gauss environ.

Variations de longueur. — Ces variations étaient observées

[1] Grâce à l'aimable entremise de M. Guillaume et à la bienveillance de M. L. Dumas, la Société Commentry-Fourchambault a bien voulu mettre à notre disposition les barreaux et les fils, de composition connue, dont nous nous sommes servis.



à l'aide d'un dispositif optique donnant une grande amplification.

Pour les champs avec lesquels nous avons opéré, et qui ont atteint 1800 gauss, l'amplitude des variations suit l'ordre des perméabilités magnétiques. L'alliage à 25 pour 100 de nickel, qui n'est pas sensiblement magnétique, ne nous a donné aucune variation appréciable. L'alliage à 29 pour 100, qui est sensiblement magnétique, varie graduellement avec le champ; l'alliage à 46 pour 100, qui est fortement magnétique, varie d'abord rapidement, mais s'approche bientôt d'une valeur limite, de l'ordre de 25 millionièmes de la longueur initiale. L'alliage à 36 pour 100 possède des propriétés intermédiaires. Les variations sont positives, alors qu'elles sont négatives dans le nickel, et que, dans le fer, elles sont d'abord faiblement positives puis négatives.

Dans les champs de l'ordre du champ terrestre, les changements sont inférieurs au dix-millionième.

Variations de volume. — L'ovoïde à étudier était enfermé dans un réservoir de verre scellé qu'on achevait de remplir avec de l'eau distillée. On observait les variations de volume par les déplacements du ménisque dans un tube de 0,4 mm de diamètre.

Les variations trouvées pour tous les échantillons sont sensiblement proportionnelles au champ; pour 1700 gauss, elles sont respectivement de 51, 24 et 4 millionièmes pour les alliages à 29, 36 et 46 pour 100 de nickel, les plus fortes variations correspondant ainsi à la plus faible perméabilité magnétique. L'acier ordinaire ne donne qu'une variation de 1 millionième, et l'alliage à 25 pour 100 un changement encore beaucoup plus faible.

On remarquera que la dilatation thermique intervient très peu dans les phénomènes que nous étudions, puisque l'alliage à 36 pour 100, qui se dilate environ dix fois moins que ceux à 29 ou à 46, éprouve des variations intermédiaires sous l'action du champ magnétique.

Nos recherches montrent qu'il existe, au delà de 25 pour 100, et probablement un peu au-dessous de 29 pour 100, un alliage à variation maxima.

Effet Wiedemann. — La torsion occasionnée par l'effet simultané d'un champ longitudinal et d'un champ circulaire produit par un courant parcourant le fil, était déterminée à l'aide d'un miroir fixé à la partie inférieure d'un fil de 21 cm, suspendu dans la bobine. Le sens des variations observées, pour les alliages à 23, 39 et 45 pour 100, est le même que pour le fer, c'est-à-dire que, pour un courant descendant et un pôle nord situé au sommet de la bobine, les rotations vues d'en haut se produisent dans le sens contraire du mouvement des aiguilles d'une montre. Pour un même courant, les champs faibles produisent une rotation qui va rapidement en croissant, passe par un maximum et décroît ensuite lentement.

Fils sous traction. — Des expériences faites par l'un de nous (H.) avec la collaboration de M. Shunizu, ont montré que les variations de longueur produites par le magnétisme dans des fils d'acier-nickel soumis à une traction longitudinale diminuent à mesure que la traction augmente. Pour des charges telles que l'on approche de la limite élastique, on observe une contraction dans les champs faibles et un allongement dans les champs intenses. Le caractère de ces variations est semblable à celui que l'on observe dans le cobalt.

Remarques sur les recherches de MM. Nagaoka et Honda. — Note de M. Ch.-Éd. Guillaume; présentée par M. A. Cornu. — Les résultats obtenus par MM. Nagaoka et Honda, sur les changements de volume des aciers-nickels sous l'action du magnétisme, donnent lieu à deux ordres de remarques. Les premières se rapportent à l'interprétation des mesures; les autres, aux conclusions que l'on déduit pour la théorie de ces alliages.

La petitesse des variations observées autoriserait à penser que les résultats ont pu en être affectés d'une façon appréciable par des phénomènes purement thermiques. L'application du principe de Carnot aux corps dont la susceptibilité magnétique est variable avec la température montre, en effet, que pour ces corps tout changement positif du champ magnétisant doit être accompagné d'une élévation de la température.

Toutefois, une discussion serrée des résultats, faite en tenant compte à la fois de l'ordre de grandeur des changements thermiques et de la dilatabilité très diverse de ces alliages, conduit à penser que, si les mesures avaient été sensiblement faussées par des variations de température, les nombres fournis par l'expérience devraient avoir une tout autre allure. Je supposerai donc, dans ce qui suit, que les changements observés par MM. Nagaoka et Honda sont dus en entier à des actions magnétiques.

La magnétostriction semblait devoir fournir immédiatement un moyen de décider entre les diverses théories émises pour expliquer les singulières anomalies des alliages de fer et de nickel. Les changements produits par des champs de moyenne intensité étant positifs dans le fer et négatifs dans le nickel, il semblait que l'on pourrait indiquer sûrement, par la nature des variations de leurs alliages, la cause des propriétés magnétiques de ceux-ci.

Parmi les théories des transformations des alliages de fer et de nickel, la plus récente, émise par M. L. Dumas, semble être aussi celle qui serre de plus près les phénomènes observés. Partant de nombreuses expériences personnelles, M. Dumas a été conduit à admettre que, dans les ferro-nickels à faible teneur en nickel, le magnétisme appartient exclusivement au fer et s'élimine peu à peu, par abaissement irréversible, dans l'échelle des températures, de la région de transformation. Au contraire, dans les hautes teneurs, le magnétisme, de nature réversible, c'est-à-dire non doué d'hystérèse, appartiendrait uniquement au nickel. Ainsi, dans tous les alliages magnétiques à la température ordinaire, et dont la teneur est supérieure à 25 pour 100 de nickel, on devrait retrouver la plupart des qualités magnétiques du nicke pur, simplement atténuées.

L'inspection des résultats de MM. Nagaoka et Honda est, à première vue, très décevante, et la conclusion immédiate semblerait devoir être le rejet de la théorie de M. Dumas, les variations observées dans les alliages réversibles étant positives, alors qu'elles sont négatives dans le nickel. Cependant, cette théorie est si satisfaisante à d'autres égards, qu'il convient de rechercher si, même au prix d'une nouvelle hypothèse, il n'est pas possible de la mettre d'accord avec les résultats de l'observation.

L'hypothèse suffisante pour établir cet accord peut paraître bien naturelle. J'ai montré autrefois qu'il existe des relations très étroites entre les variations magnétiques et les changements de volume des ferro-nickels, toute augmentation de la susceptibilité étant accompagnée

d'une augmentation du volume moléculaire. En général, l'augmentation des propriétés magnétiques, due à une transformation moléculaire, se produit par l'abaissement de la température, mais peut être engendrée aussi par tout effort mécanique. Supposons que, sous l'action d'un champ magnétique, l'état de transformation puisse aussi être augmenté à température constante; on devra observer une augmentation du volume, conformément aux résultats obtenus par MM. Nagaoka et Honda.

On devra s'attendre aussi à ce que le changement magnétique soit d'autant plus intense que l'on se trouvera plus près de la région de rapide transformation. La variation de volume devra alors être maxima pour les alliages contenant 28 à 30 pour 100 de nickel; c'est ce qu'a montré l'expérience.

Les recherches devront être poursuivies sur les alliages irréversibles à facile transformation à la température ordinaire, ou sur les réversibles, que l'on amènera, par une variation de leur température, à des distances diverses du début de leur transformation.

Emploi de l'arc électrique au fer, en photothérapie. — Note de MM. André Broca et Alfred Chatin, présentée par M. d'Arsonval. (*Extrait.*) — Depuis quelques mois, des essais ont été faits pour appliquer à la photothérapie l'arc électrique au fer (Bang, Strebel, Muller, Drossbach). L'un de nous, en collaboration avec M. Pellin, est arrivé à réaliser cet arc commodément, et avec une très grande puissance. Les arcs obtenus sont parfaitement stables à des régimes compris entre 12 et 35 ampères, sous un voltage variant de 32 à 45 volts, et peuvent se produire avec des régulateurs automatiques ou des régulateurs ordinaires.

Le premier point remarquable est que le cratère positif est fort peu éclatant, fait déjà connu depuis longtemps, et que le foyer de radiation est constitué essentiellement par les vapeurs incandescentes. Quand on place la main à 10 cm de cette source, on n'éprouve pas la sensation de chaleur pénible, alors qu'il est impossible de la maintenir à cette distance d'un arc ordinaire de même puissance. Les effets actiniques sont, au contraire, extrêmement intenses. Le papier photographique au citrate d'argent pour le tirage des positifs est réduit au rouge très foncé en cinq secondes à 10 cm de l'arc.

Nous avons pensé qu'il serait utile d'appliquer ces moyens puissants à la photothérapie, instituée il y a quelques années par Finsen. La grande diminution de la chaleur rayonnée et l'augmentation de la puissance actinique nous ont, en effet, permis de simplifier beaucoup les appareils et d'obtenir des réactions cutanées très intenses. Nous n'attachons pas une trop grande importance à ces réactions visibles à brève échéance, car l'expérience quotidienne nous apprend qu'elles sont souvent trompeuses; une forte phlyctène n'est pas toujours l'indice d'une réaction curative profonde. Qu'on emploie l'appareil original de Finsen ou celui de Lortet et Genoud, on ne peut être certain des effets qu'à longue échéance. Il en sera probablement de même avec notre appareil. Cependant, nous avons obtenu des résultats assez encourageants pour nous permettre de publier dès aujourd'hui notre méthode. (Suit le détail des expériences.)

En somme, nous avons pu supprimer complètement les réfrigérants même à 8 cm d'un arc de 20 ampères, nous avons réalisé simplement une excellente compression, et ces conditions, jointes à la grande intensité actinique de notre arc, nous ont permis d'obtenir ces résultats qui nous font bien augurer de l'avenir.

Séance du 10 mars 1902.

Théorie électromagnétique des aurores boréales et des variations et perturbations du magnétisme terrestre. — Note de M. Charles Nordmann, présentée par M. Janssen. (Voy. les *Comptes rendus*).

Séance du 17 mars 1902.

Sur la mobilité des ions dans les gaz. — Note de M. P. Langevin, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus*).

Recherche d'une unité de mesure pour la force de pénétration des rayons X et pour leur quantité. — Note de M. G. Contremoulins, présentée par M. Marey. (*Extrait*). — Faute de termes de comparaison, les examens radiographiques sont pratiqués actuellement d'une façon empirique par chaque radiographiste et nulle entente n'est possible entre eux. Pour remédier à cette confusion, nous avons imaginé deux moyens de comparer oculairement des teintes équivalentes qui traduisent les deux facteurs essentiels à connaître : 1° le degré de pénétration des rayons; 2° la quantité des rayons émis dans un temps donné.

Ces deux facteurs, *quantité* et *pénétration*, sont déterminés par lectures simultanées fournies par la fluorescence d'un écran de platinocyanure de baryum, disposé derrière deux fenêtres confondues par un de leurs bords, avec une troisième éclairée par une lumière artificielle d'intensité variable. (Voir les détails aux *Comptes rendus*).

Séance du 24 mars 1902.

Oscillations propres des réseaux de distribution électrique. — Note de M. J.-B. Pomey, présentée par M. A. Potier. — Les phénomènes de résonance observés dans la pratique des distributions d'énergie par courants alternatifs appellent une étude détaillée des conditions dans lesquelles peuvent se développer les oscillations propres des réseaux. Dans un seul circuit, comprenant résistance et self-induction, coupé par un condensateur, il peut, dans certains cas, y avoir des oscillations

amorties dues à l'échange entre l'énergie électrique du condensateur et l'énergie magnétique de la self-induction. Dans un réseau de conducteurs, s'il n'y a en jeu que de l'énergie magnétique, il ne peut pas se développer d'oscillations. C'est ce que nous nous proposons de démontrer ici.

Les équations de continuité permettent d'exprimer un certain nombre des intensités de courants en fonction des n autres, que nous prendrons pour variables. Soient alors

$$f = \Sigma a_{ij} x_i x_j$$

l'équivalent mécanique de la chaleur de Joule,

$$F = \Sigma A_{ij} x_i x_j$$

l'énergie potentielle magnétique,

$$W = \Sigma E_i x_i,$$

l'énergie fournie au système, les équations de Kirchhoff se réduiront à

$$\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial F}{\partial x} = 2E \qquad (n \text{ équations}).$$

Or $\frac{d}{dt}$ est un symbole qui se traite comme une quantité algébrique; donc l'équation caractéristique, exprimée en fonction de l'inconnue λ, sera le déterminant du système

$$\frac{\partial f}{\partial x} + \lambda \frac{\partial F}{\partial x} = 0.$$

Par suite, les racines seront telles que $f + \lambda F$ satisfera aux conditions que l'on obtient en exprimant que $f + \lambda F$ est maximum ou minimum. Ces deux fonctions f et F sont essentiellement positives; donc les racines sont toutes réelles et négatives.

Par suite, si l'on abandonne le système à lui-même, l'intensité x aura une expression de la forme

$$x = \Sigma C e^{\lambda t},$$

où toutes les quantités λ sont négatives. Donc il ne pourra se former d'oscillations électriques amorties ou non. Celles-ci ne pourraient résulter que de l'échange des énergies électriques des condensateurs et magnétiques des bobines.

Des forces qui agissent sur le flux cathodique placé dans un champ magnétique. — Note de M. H. Pellat, présentée par M. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus*).

Les ondes hertziennes dans les orages. — Note de M. Firmin Larroque, présentée par M. A. Cornu. — Dans une précédente Note (juin 1901), j'ai fait connaître que les orages émettent des ondes électriques susceptibles de se propager à des distances énormes, et que j'avais observé ces phénomènes au moyen d'une courte antenne réceptrice verticale, communiquant avec la terre, pourvue à sa partie supérieure d'un plateau métallique horizontal, et interrompue en un point où était inséré un micromètre à étincelles spécial et abrité. Une faute typographique m'a fait dire que les étincelles étaient observées *sans* grossissement : c'est *sous* grossissement qu'il fallait lire. Ne m'occupant que des orages éloignés, je n'ai observé que des étincelles dont la longueur variait entre 1 et 5 microns environ.

En compulsant, pour la période de mai à septembre 1901, mes relevés et les cartes du temps et statistiques d'orages, j'ai remarqué que, pendant les orages très éloignés, la suppression du plateau horizontal rendait le système inerte, alors que la suppression de la partie aérienne de l'antenne n'avait aucun effet sur la sensibilité de l'appareil. Les vibrations électriques étaient donc horizontales, ou du moins plus rapprochées de l'horizontalité que de la verticalité.

Si l'orage était peu distant (300 km au maximum) et en vue, l'inverse avait généralement lieu. Les vibrations électriques étaient donc verticales ou voisines de la verticalité.

Des résultats similaires peuvent être obtenus avec une ampoule à vide, pareille à celles de Crookes, mais contenant un tourniquet à une seule ailette en aluminium poli montée sur un axe en verre et équilibrée par un minuscule contrepoids également en verre. Ce tourniquet obéit à la pression des ondes électrolumineuses ou hertziennes, laquelle résulte des tensions électrostatique et électrodynamique, et tend, par répulsion, à orienter l'ailette métallique parallèlement aux radiations. Cette pression est la cause principalement efficiente du fonctionnement des cohéreurs.

Les vibrations verticales sont directes. Les vibrations horizontales sont-elles diffractées, réfléchies, réfractées ou secondaires? Pour les très longues distances, une explication basée sur la diffraction me paraît insuffisante.

BIBLIOGRAPHIE

Méthode pratique pour calculer les moteurs asynchrones polyphasés, par Boy de la Tour. — *Ch. Béranger*, éditeur, Paris, 1902.

« Eh bien, non, franchement! », disait Rossini avec son esprit ordinaire, « si je savais que mon éloge funèbre dût « être prononcé par Berlioz, ..., j'aimerais mieux ne pas « mourir ». Tel était, m'a-t-on dit, le sentiment de M. Boy de la Tour relativement à la bibliographie de son livre éventuellement faite par moi. Il avait grandement tort, et aussi bien, quoiqu'il soit heureusement vivant et bien vivant, ne lui ai-je pas demandé son avis pour parler de son livre favorablement, comme toujours quand je suis en présence d'un ouvrage sérieux et sérieusement fait par un homme ne cherchant pas la vaine gloriole de se faire

imprimer, mais connaissant son affaire et simplement désireux d'en faire profiter les autres. J'y aurais d'autant moins manqué que le sujet traité, tout d'actualité, et du plus haut intérêt, rentre dans la catégorie de ceux dont je me suis occupé comme traduction, sans trouver chez mon maître, je n'hésite pas à le dire, tout ce que j'espérais y rencontrer. A dire vrai, je ne vois pas bien d'ailleurs ce que je pourrais avoir à reprendre à ce consciencieux et précieux travail de l'auteur, et je me permettrai de l'engager à avoir un peu plus de confiance et de foi en lui-même, sans crainte des bibliographies-*rosses* qui ne sauraient s'appliquer à lui.

Champ tournant, — Forces électromotrices induites par lui, — Couple électromagnétique, — Actions magnétisantes des enroulements, — Résistance des bagues de court circuit des induits en cage d'écureuil, — et Diagramme de fonctionnement des moteurs polyphasés, — telles sont les grandes divisions du livre qui se termine par trois exemples d'Applications pratiques, complément heureux mais indispensable d'un ouvrage de cette nature.

Pousserai-je le désir de ne plus effaroucher l'auteur jusqu'à lui dire que son œuvre est parfaite? Non; d'abord il ne me croirait pas et il aurait lieu d'être peu flatté de ce compliment. Son livre renferme donc, comme il le sait lui-même, de petites imperfections: mais je ne prendrai même pas la peine de les lui signaler; j'aime mieux rappeler simplement à sa modestie que

L'excès en tout est un défaut;
Faut d'la vertu; pas trop n'en faut.

E. B.

SYNDICAT PROFESSIONNEL

DES

INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 11 mars 1902.

Présents : MM. *Arnoux, Azaria, Bancelin, Bénard, Berne, Boistel, Chaussenot, Eschwège, Geoffroy, Javaux, Laffargue, De Loménie, Ferd. Meyer, Mildé, Radiguet, E. Sartiaux, Sciama, De Tavernier, Violet, Vivarez et Zetter.*

Excusés : MM. *Clémançon, Meyer-May, Portevin, Ribourt* et *Vedovelli.*

Admission. — MM. Morand (Philippe), constructeur-électricien, boulevard Haussmann, 32, à Paris (IXe); Ségrétier (Eugène), directeur commercial de la Compagnie des Accumulateurs électriques Blot, 32 *bis*, rue de Châteaudun, à Paris (IXe).

Élection des membres du Bureau. — M. le Président fait connaître qu'en vertu de l'article 10 des statuts, la Chambre est appelée à nommer son Bureau, qui est renouvelable tous les ans. Après un échange d'observations entre les divers membres présents et sur la proposition de M. E. Sartiaux, M. Mildé est, à l'unanimité, réélu président pour l'année 1902-1903.

M. Mildé exprime à la Chambre ses remerciements.

La Chambre procède ensuite à l'élection des trois vice-présidents, des deux secrétaires et du trésorier.

M. le Président fait remarquer qu'un groupe de membres propose comme vice-présidents la candidature de MM. Geoffroy et Bancelin. M. Bancelin déclare qu'il n'est pas candidat.

M. E. Sartiaux ajoute qu'il est d'usage que les membres du Bureau restent en fonctions pendant la même période que la Chambre elle-même.

La Chambre renomme à l'unanimité :

Vice-Présidents : MM. Javaux, De Loménie, Violet.
Secrétaires : MM. Eschwège, Meyer-May.
Trésorier : M. Radiguet.

Projet de loi sur les conseils consultatifs du travail. — M. le Président fait connaître que M. Francis Charmes, sénateur, a déposé son rapport au nom de la Commission du Sénat chargée d'examiner la proposition de loi de M. Bérenger et de plusieurs de ses collègues relative à l'institution de Conseils consultatifs du travail; il donne lecture du texte du projet de loi élaboré par la Commission.

La Chambre décide de publier dans le Bulletin le texte de ce projet de loi et charge son président de suivre la question d'accord avec l'union des industries métallurgiques et minières.

École pratique d'ouvriers électriciens. — M. le Président ouvre la discussion sur le troisième rapport présenté par MM. Sartiaux et Portevin et relatif au projet de fondation d'une école pratique d'ouvriers électriciens. M. le président, en ce qui le concerne, se rallie aux conclusions des rapporteurs; il fait ressortir l'utilité qu'il y aurait à créer une école d'apprentis avec un enseignement de trois années. La difficulté pour réaliser ce projet viendra surtout des sacrifices financiers qu'il exigera.

M. Javaux fait remarquer que le programme lui paraît beaucoup trop chargé pour une année d'études. M. E. Sartiaux répond que ce programme a été calqué sur ceux des écoles pratiques industrielles, qu'il n'est donné qu'à titre d'indication et qu'il est susceptible de recevoir toutes les modifications ou simplifications qui seraient jugées nécessaires.

M. Ferd. Meyer est d'avis que la réalisation de ce projet présente certaines difficultés; il se demande s'il ne serait pas préférable que la Chambre créât des bourses pour des élèves sortant d'une école pratique existante, en vue de leur faire faire une année supplémentaire d'études spécialisées pour l'électricité.

M. Javaux répond que ces cours existent déjà à l'école Diderot en 3e année, et qu'il sort, chaque année, environ une trentaine d'élèves ayant reçu cette instruction spéciale.

M. E. Sartiaux insiste sur l'intérêt qu'il y aurait à faire un essai de l'école qu'il préconise avec son collègue M. Portevin; le ministère du Commerce, qui doit prêter son concours financier, préférera, sans aucun doute, un enseignement de plusieurs années permettant de remplacer l'apprentissage industriel qui n'existe plus. M. E. Sartiaux ajoute qu'il ne verrait pas toutefois d'inconvénient à faire, comme le demande la Chambre, l'essai de l'enseignement d'une seule année, mais il croit peu à un résultat concluant. Il propose à la Chambre de décider le principe de création de cette école et d'ouvrir un crédit de 3000 fr destiné aux premiers frais d'études et d'organisation.

M. Javaux demande si cette somme est disponible. M. Radiguet répond que ce point est à vérifier, mais qu'elle pourrait peut-être être prise sur les remboursements à faire par le bureau de contrôle.

A cette occasion, s'engage une discussion à laquelle prennent part MM. Sciama, E. Sartiaux, De Tavernier, Violet, etc. Enfin, la Chambre décide de faire une enquête auprès des donateurs des fonds qui ont servi à constituer le bureau de

contrôle, pour savoir s'ils acceptent que ces fonds, lorsqu'ils rentreront, soient appliqués à des œuvres d'intérêt général telles que : l'école pratique projetée, subventions à des cours, etc.

Après cette enquête, la question de l'école sera de nouveau discutée.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

314006. — **De Vilar.** — *Compteur d'énergie électrique à mouvement oscillatoire* (4 septembre 1901).

314009. — **Pichler.** — *Dispositif refroidisseur pour transformateurs, bobines excitatrices et inducteurs* (4 septembre 1901).

314076. — **Senechal de la Grange.** — *Enduit isolant succédané au caoutchouc et à la gutta-percha destiné à isoler les fils conducteurs d'électricité* (7 septembre 1901).

313859. — **Oster.** — *Lampe à incandescence* (28 août 1901).

313945. — **Guillermin.** — *Four électrique destiné aux usages industriels* (2 septembre 1901).

313980. — **Hartig et Glaser.** — *Nouvelle douille avec interrupteur en matière isolante pour lampes à incandescence* (3 septembre 1901).

314002. — **Société G. et P. de Mestral.** — *Perfectionnements à l'arc électrique dans les lampes à arc* (4 septembre 1901).

314029. — **Laurent.** — *Système perfectionné de lampe à arc* (5 septembre 1901).

314060. — **Renaud.** — *Nouvelle lampe à arc électrique* (6 septembre 1901).

314072. — **Farnsworth et Paine.** — *Perfectionnements dans les suspensions pour lampes à incandescence électriques* (7 septembre 1901).

314117. — **West.** — *Câble téléphonique avec isolation à l'aide de papier et d'air* (4 septembre 1901).

314136. — **West.** — *Câble téléphonique avec isolation à l'aide de papier et d'air* (9 septembre 1901).

314078. — **Lamme.** — *Système perfectionné d'enroulement pour machines électriques* (7 septembre 1901).

314122. — **Meygret.** — *Plaque d'accumulateur électrique* (6 septembre 1901).

314079. — **Lamme.** — *Système perfectionné d'enroulement pour machines électriques* (7 septembre 1901).

314149. — **Société Electric Boat Company.** — *Perfectionnements dans les récipients ou compartiments pour batteries d'accumulateurs électriques* (10 septembre 1901).

314150. — **Société Electric Boat Company.** — *Perfectionnements dans les récipients, bacs ou boîtes pour accumulateurs électriques* (10 septembre 1901).

314199. — **Charlopin et Bidon.** — *Transformateur de chaleur en électricité* (12 septembre 1901).

314101. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Parafoudre pour circuits à haute tension* (9 septembre 1901).

314195. — **Conrad.** — *Méthode de mesure de l'énergie des courants triphasés* (12 septembre 1901).

314242. — **Abrey.** — *Perfectionnements apportés à la production des matières isolantes inattaquables par les acides et à la fabrication d'objets au moyen de ces matières* (14 septembre 1901).

314291. — **Dunker.** — *Perfectionnements apportés aux systèmes de contrôle pour moteurs électriques à courants tournants et alternatifs avec induits à phases et à courts-circuits* (16 septembre 1901).

314313. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Nouveau et utile perfectionnement aux interrupteurs ou coupe-circuits* (18 septembre 1901).

314213. — **Forster.** — *Lampe électrique à incandescence perfectionnée* (13 septembre 1901).

314337. — **Compagnie française de l'amiante du Cap.** — *Nouveau diaphragme isolant pour accumulateurs* (18 septembre 1901).

314427. — **Jungner.** — *Procédé pour la préparation des électrodes d'accumulateurs électriques* (23 septembre 1901).

314333. — **Edmunds et Claremont.** — *Perfectionnement à la fabrication des conducteurs ou câbles électriques isolés* (18 septembre 1901).

314335. — **Sacerdote.** — *Perfectionnements dans les transformateurs* (18 septembre 1901).

314391. — **Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz.** — *Régulateur électrique automatique de vitesse* (20 septembre 1901).

314461. — **Singer.** — *Système perfectionné de commutateur thermostatique* (24 septembre 1901).

314455. — **Turnikoff et De Nesselrode.** — *Lampe à arc perfectionnée* (24 septembre 1901).

314476. — **Paulitschky.** — *Corps incandescent pour lumière électrique* (24 septembre 1901).

314574. — **Bennet et Johansson.** — *Câble électrique à quadruple enroulement en hélice et à un seul conducteur* (28 septembre 1901).

314575. — **Bennet et Johansson.** — *Câble électrique* (28 septembre 1901).

314.512. — **Fomm.** — *Moteur électrique avec appareil mécanique de changement de vitesse* (26 septembre 1901).

314531. — **Gattie.** — *Perfectionnements aux appareils régulateurs de voltage* (27 septembre 1901).

314544. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Système de contrôle des moteurs* (28 septembre 1901).

314608. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux coupe-circuits* (1er octobre 1901).

314520. — **Boyer et Juge.** — *Nouveau mode de suspension de lampes à incandescence supprimant l'emploi du culot et permettant la mise en contact des lampes directement avec le circuit électrique* (26 septembre 1901).

314553. — **Francq.** — *Bouillotte hydro-électrique à réchauffage périodique* (28 septembre 1901).

314566. — **Schmidt.** — *Dispositif pour transformer les lampes à arc à circuit secondaire en lampes à arc différentielles* (28 septembre 1901).

314572. — **Bohm et Menckhoff.** — *Système de commande à roues de friction pour les machines électriques de tous genres* (28 septembre 1901).

314 691. — **Somssich.** — *Ligne souterraine isolée pour les télégraphes* (3 octobre 1901).

314 740. — **Société Siemens and Halske Aktiengesellschaft.** — *Jack pour des systèmes téléphoniques* (5 octobre 1901).

314 839. — **Malcotti.** — *Procédé de télégraphie à impression typographique sur les circuits téléphoniques, et appareil pratique correspondant, nommé Téléscriptographe* (9 octobre 1901).

314 805. — **Edison.** — *Nouveau système d'accumulateur* (8 octobre 1901).

314 864. — **Cerebotani et Moradelli.** — *Électro-aimant polarisé* (12 octobre 1901).

314 877. — **Pearson et Williamson.** — *Synchronisateur automatique pour le couplage en parallèle de machines à courants alternatifs* (10 octobre 1901).

314 891. — **Riasse.** — *Moule servant à la fabrication des plaques d'accumulateurs* (10 octobre 1901).

314 728. — **Lauga.** — *Interrupteur électrique « le Loquet »* (8 octobre 1901).

314 871. — **Felsenstein.** — *Coupe-circuit fusible multiple* (10 octobre 1901).

314 872. — **Ritzer.** — *Transformateur de courant électrique à pression variable* (10 octobre 1901).

314 898. — **Schoen et Félix.** — *Nouveau système de parafoudre* (8 octobre 1901).

314 692. — **Scharf.** — *Dispositif pour faire le vide dans les lampes électriques à incandescence* (3 octobre 1901).

314 694. — **Ponthieu.** — *Nouveau dispositif pour placer les conducteurs d'électricité arrivant à un foyer lumineux suspendu à une chaîne* (3 octobre 1901).

314 697. — **Le Roy.** — *Électrodes pour appareils d'électrolyse, accumulateurs électriques et autres applications analogues* (3 octobre 1901).

314 717. — **Caron.** — *Lampe à arc* (4 octobre 1901).

314 858. — **Compagnie électro-thermique Keller, Leleux et Cie.** — *Perfectionnements aux fours électriques* (9 octobre 1901).

315 014. — **Lavens (Edwin) et Lavens (Edward-Joseph).** — *Perfectionnements aux télégraphes à signaux* (15 octobre 1901).

314 982. — **Société Maschinenbau-Anstalt für Kabel-Fabrikation Conrad Felsing junior.** — *Perfectionnements apportés aux guipeurs destinés à enrouler un fil extérieur autour d'un fil formant âme* (14 octobre 1901).

315 057. — **La Cour.** — *Appareil pour laver les cathodes de mercure dans des conditions régulières* (15 octobre 1901).

315 015. — **Janecek.** — *Alimentation souterraine de courant pour les railways électriques, etc., avec caniveau hermétiquement fermé et prise de courant actionné par moteur* (15 octobre 1901).

315 081. — **Arno.** — *Compteur d'énergie électrique pour systèmes à courant alternatif* (16 octobre 1901).

314 924. — **Shafer et Voye senior.** — *Système de lampe à arc électrique* (11 octobre 1901).

314 949. — **Claremont.** — *Perfectionnements aux appareils pour la fabrication des matières non conductrices de l'électricité* (12 octobre 1901).

315 000. — **Société K. K. Priv. Sudbahn Gesellschaft.** — *Disposition de commutation et commutateur pour les appareils de blocage à courants alternatifs* (14 octobre 1901).

315 045. — **Herz.** — *Générateur de courant électrique destiné principalement à l'allumage des moteurs à explosion* (15 octobre 1901).

315 046. — **Herz (Adolf) et Herz (Gustav).** — *Bougie électrique pour l'allumage des moteurs à explosion* (15 octobre 1901).

315 098. — **Cruvellier.** — *Plot pour traction électrique* (17 octobre 1901).

315 241. — **Dean.** — *Nouveau système de microphone à granules* (22 octobre 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société d'Applications Industrielles. (COMPAGNIE D'ENTREPRISES ÉLECTRIQUES). — L'assemblée générale ordinaire s'est tenue le 26 octobre 1901. D'après les renseignements fournis par le Conseil d'administration, les résultats de l'exercice 1900-1901 paraissent satisfaisants, en tenant compte bien entendu de la crise actuelle.

La Société a été chargée par la Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien (Est-Lumière) de la construction de l'usine centrale d'Alfortville et de l'ensemble du réseau de cette Compagnie. Ces travaux sont sur le point d'être terminés.

Pour se procurer une clientèle importante et suivie, la Société a mis en portefeuille une certaine quantité de titres de diverses Compagnies :

1° La Société d'électricité Alioth. La vente des dynamos fabriquées par cette Société représente une des branches importantes de la Société d'applications industrielles;

2° La Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien (Est-Lumière) qui va posséder son outillage au complet dans quelques mois et par suite va pouvoir entrer en pleine exploitation;

3° La Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière) qui, elle, est actuellement en possession de son réseau complet;

4° La Société électrique des Pyrénées qui a donné 4 pour 100 de dividende l'année dernière et qui tout en donnant un dividende égal cette année, a fait des amortissements considérables.

Le cours des actions ayant en général fortement baissé, par suite de la crise qui s'étend sur toutes les sociétés de construction de matériel électrique, le Conseil a dû, sur les bénéfices de l'exercice actuel faire une provision suffisante pour ramener ces titres à leur valeur.

D'accord avec la Société d'électricité Alioth, la Société d'applications industrielles a figuré à l'Exposition de 1900. Un pavillon spécial avait été édifié, où, à côté de l'exposition de son matériel fonctionnaient les groupes électriques que l'Administration avait demandé d'installer pour assurer une partie de ses services d'éclairage et de transport de force.

En examinant le Bilan on remarque à l'actif le chapitre Frais d'Exposition de 1900 de 12 845,65 fr. Ce chiffre ne représentant plus aucun élément d'actif, l'assemblée sur la proposition du Conseil a jugé bon de l'amortir totalement.

On remarque également le compte Participations qui s'élève à 1 890 019,55 fr. Ce chiffre représente l'ensemble des participations de la Société dans différentes affaires, dont les principales ont été citées plus haut. Une partie de ces participations a d'ailleurs été cédée.

Le chiffre des débiteurs divers s'élevant à 3 401 187,09 fr se répartit entre un grand nombre de clients. Les avances sur travaux en cours se montant à 607 280,20 fr ainsi que les

travaux en cours dont le chiffre est de 672 542,44 fr représentent les marchandises et main-d'œuvre employées dans les travaux en cours et non facturées ainsi que les avances versées aux différents entrepreneurs, le tout évalué au prix de revient sans aucun bénéfice pour le présent exercice.

Au passif la réserve légale atteint 28 041,93 fr et la réserve de prévoyance 16 500 fr.

Une somme de 61 740 fr figure au compte « Avances sur commandes reçues », et représente les paiements faits à l'avance sur certaines commandes importantes.

Il est question plus haut de participations rétrocédées, le chiffre en est fixé à 327 500 fr.

RÉPARTITION DU COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Le solde du compte de profits et pertes résultant du bilan, est de		366 772 30 fr.
Amortissement sur le compte matériel de pose	1 788,55	
Amortissement du compte Frais de l'Exposition de 1900	12 845,65	
Prélèvement pour compenser la perte sur les actions de la Société d'électricité Alioth	80 000.00	
		94 634,20
Laissant disponible		272 138,10
Réserve légale 5 pour 100 à déduire		13 606,90
Soit		258 531.20
Auxquels s'ajoute le solde de l'exercice 1899-1900, soit		8 630,25
Total		267 161,45 fr.
Intérêts 5 pour 100 aux actions		250 000.00 fr.
Au Conseil d'administration		3 432.50
Aux parts de fondateur		3 432.50
Aux actionnaires (réserve de prévoyance)		10 296,85
Soit		267 161,45 fr.

BILAN AU 30 JUIN 1901

Actif.

Loyers d'avance	3 000,00 fr.
Matériel de pose	2 788.55
Espèces en caisse et en banque	67 992,55
Effets en portefeuille	55 521,50
Cautionnements	231.00
Avances sur commandes données	87 024,00
Frais d'Exposition de 1900	12 845,65
Dépôt et magasin	162 874,00
Participations financières	1 890 019.35
Débiteurs divers	3 401 187,09
Avances sur travaux en cours	607 280,20
Travaux en cours	672 542,44
Comptes d'ordre	925 000,00
Total	7 888 306,33 fr.

Passif.

Capital	5 000 000,00 fr.
Réserve légale	28 041,93
Réserve de prévoyance appartenant aux actionnaires	16 500,00
Effets à payer	407 670,10
Avances sur commandes reçues	61 740,00
Créanciers divers	744 896,55
Participations rétrocédées	327 500,00
Coupon n° 3 (actions)	1 304,00
Coupon n° 3 (parts)	251,20
Comptes d'ordre	925 000.00
Report de l'exercice 1899-1900	8 630.25
Profits et pertes	366 772,30
Total	7 888 306,33 fr.

Résolutions. — *Première résolution.* — L'Assemblée, après avoir entendu lecture du rapport du Conseil d'administration et du rapport des commissaires chargés de la vérification des comptes de l'exercice 1900-1901, approuve le rapport et les comptes de cet exercice tels qu'ils sont présentés par le Conseil d'administration.

Deuxième résolution. — L'Assemblée approuve la répartition des bénéfices et les divers amortissements décidés par le Conseil. Elle fixe en conséquence, à 25 fr par action et 1,796 fr par part de fondateur le dividende afférent à l'exercice 1900-1901, payable à partir du 15 novembre 1901. Elle décide de porter à la réserve de prévoyance appartenant aux actionnaires la somme de 10 296,85 fr.

Troisième résolution. — L'Assemblée, conformément aux stipulations de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, renouvelle aux administrateurs toutes autorisations en ce qui concerne les traités ou marchés à passer entre la Société et les sociétés dont ils sont administrateurs ou directeurs.

Quatrième résolution. — L'Assemblée nomme commissaires chargés de la vérification des comptes pour l'exercice 1901-1902 MM. Levy et Simonnet, avec stipulation qu'en cas de décès, empêchement ou démission de l'un d'eux, il n'y a pas lieu de pourvoir à son remplacement.

Elle fixe à 500 fr l'allocation attribuée à chacun d'eux.

Toutes ces résolutions ont été adoptées à l'unanimité.

Compagnie française des Câbles télégraphiques. — *Assemblées générales ordinaire et extraordinaire des 5 août et 18 décembre 1901.* — Concordat. — Un développement sensible du trafic télégraphique sur les câbles transatlantiques a marqué l'exercice 1900 et a permis de ne pas faire appel à la subvention de l'État dès la seconde année de l'application de la Convention du 2 juillet 1895. Les chiffres relatifs à ce développement de trafic sont indiqués plus loin.

Cependant, en ce qui concerne le réseau des Antilles, on constate un affaiblissement des recettes. Cet affaiblissement n'est d'ailleurs qu'accidentel, car il est dû à des interruptions de service qui se sont produites sur les lignes et à l'indisponibilité à ce moment des navires de câbles en réparations. A ce sujet, il faut noter, en effet, que de nombreuses ruptures de câbles, parmi lesquelles celles ayant affecté la section du Brésil particulièrement, ont été de très longue durée. Le *Pouyer-Quertier* s'étant trouvé immobilisé à Fort-de-France pendant plusieurs mois, à la suite d'une pénible traversée au cours de laquelle il avait perdu une de ses hélices, et le deuxième vapeur, le *Contre-Amiral Caubet,* étant lui aussi, à la même époque, en cale sèche au Havre, soumis à des réparations importantes, la Compagnie s'est trouvée dans la nécessité de retarder certaines réparations et de recourir à des bateaux étrangers pour effectuer des travaux de réfection urgents sur le plus ancien des câbles transatlantiques. Il en est résulté de ce chef une dépense extraordinaire de 544 698,22 fr qui a été inscrite, de même qu'une somme de 121 188,47 fr pour dépréciation sur câbles relevés, au « Compte de réfection aux réseaux ».

Les recettes du trafic et des subventions se sont élevées au total pour l'exercice 1900 à 4 998 302,05 fr, contre 4 955 916,96 fr en 1899.

Voici la comparaison détaillée par réseaux :

Les câbles Brest-New-York ont produit, en 1900, 2 951 650,35 fr de taxes nettes, contre, en 1899, 2 170 545,82 fr, soit une progression de 781 104,53 fr.

En ce qui concerne la subvention annuelle de 800 000 fr, réductible par l'application des deux tiers des excédents au delà de 1 650 000 fr de recettes réalisées sur les câbles transatlantiques, le chiffre de 2 850 000 fr de produits étant la limite à atteindre pour sa suppression totale, aucune partie de la subvention n'a été versée en 1900. L'exercice précédent n'ayant produit que 2 170 545,82 fr avait donné lieu au paiement de ladite subvention jusqu'à concurrence de 466 000 fr. De sorte qu'en fin de compte, la différence entre les exercices 1899 et 1900, dans les encaissements de toute nature résultant de l'exploitation des câbles transatlantiques, s'obtient de la manière suivante :

Augmentation des recettes en 1900	781 104,55 fr
Touché en moins sur subvention	466 000,00
Différence effective en plus.	315 104,55 fr.

Pour le réseau des Antilles et de l'Amérique du Sud, les produits du trafic sont inférieurs de 246 000 fr à ceux de l'exercice 1899. Les causes principales ont été indiquées plus haut. Cet affaiblissement des produits ne s'est pas continué en 1901, les recettes de cette dernière année présentent une amélioration appréciable, même sur les chiffres de 1899.

Il est intéressant ici de faire également la comparaison des coefficients des frais d'exploitation de ces deux principaux réseaux, pour les six dernières années :

	Câbles transatlantiques en pour 100.	Réseau des Antilles en pour 100.	
1895.	103,5	45,6	
1896.	59,5	42,0	
1897.	65,6	41,7	
1898.	43,3	24,6	(Guerre hispano-américaine.)
1899.	35,2	33,8	
1900.	27,4	43,0	(Interruptions.)

Ces chiffres montrent une amélioration suivie pour le premier réseau; quant au second, si l'amélioration est moins accentuée, il n'en ressort pas moins une progression notable, question d'interruptions à part.

Les recettes encaissées sur les lignes terrestres Dominicaines, dont la Compagnie s'est assuré l'exploitation, se sont élevées à 75 269,84 fr, contre 91 541,59 fr pour 1899. Ces Lignes Dominicaines ont subi plusieurs ruptures occasionnées par la malveillance au cours de l'insurrection qui a eu lieu dans ce pays. Une réclamation en dommages-intérêts a été adressée au Gouverneur dominicain pour obtenir qu'il soit tenu compte des pertes éprouvées par la Compagnie dans cette circonstance.

Le câble de la Nouvelle-Calédonie a produit 44 816,95 fr contre 35 407,44 fr en 1899. Les recettes sont en progrès suivis et il y a tout lieu de penser que l'exercice 1901 donnera un résultat supérieur à celui de 1900.

En ce qui concerne les câbles du Venezuela, la pose des câbles côtiers qui complètent l'organisation télégraphique dont l'exécution a été confiée par le gouvernement vénézuélien à la Compagnie (convention du 5 janvier 1895) est aujourd'hui achevée, et l'on est en droit d'attendre de bons résultats de cette partie du réseau; cependant, eu égard aux événements qui viennent de se dérouler, un peu de patience sera probablement nécessaire.

Parts de fondateur. — Conformément à la décision prise par l'Assemblée extraordinaire du 27 septembre 1894 et suivant laquelle 2800 actions de la Compagnie des Câbles télégraphiques ont été mises à la disposition du Conseil pour être affectées à obtenir, par voie d'échange ou autrement, l'annulation aussi étendue que possible des 10 000 parts bénéficiaires créées à la fondation de la Société, le Conseil d'administration a usé de l'autorisation qui lui avait été donnée, et il a obtenu l'échange de 10 parts contre 2 actions. Il restait au 31 décembre 1900, 8560 parts de fondateur à annuler et 2472 actions réservées à cet effet.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1900.

Actif.

Compte de premier établissement		65 376 760,47 fr.
Vapeur *Pouyer-Quertier*, matériel du vapeur et matériel de réparations.		943 518,15
Vapeur *Contre-Amiral Caubet* et matériel du vapeur		928 431,71
Immeubles		96 582,10
Mobilier stations et installations nouvelles		80 442,72
Câbles en réserve et en construction		2 473 220,29
Frais d'émission et prime de remboursement des obligations		6 142 850,43
A reporter		75 941 785,87 fr.
Report.		75 941 785,87 fr.
Espèces en caisse chez les banquiers en France et à l'étranger.		671 559,48
Valeurs en portefeuille		1 226 966,74
Débiteurs divers		2 399 924,87
Cautionnement câble transatlantique		204 650,00
Impôt à recouvrer sur les obligations.		55 680,66
Compte de réfection aux réseaux.		6 459 811,53
Frais amortissables par tiers		8 611,35
Comptes divers et d'attente		876 531,65
Mobilier Paris et aménagements		16 541,44
Profits et pertes :		
Exercice 1899.	1 345 191,25	
Exercice 1900.	1 582 820,25	
		2 928 011,48
Total.		90 890 075,05 fr.

Passif.

Capital actions		24 000 000,00 fr.
Capital obligations.	49 810 000	
A déduire : obligations amorties au 31 décembre 1900.	3 440 000	
		46 361 000,00
Réserve par suite d'amortissement des obligations.		2 859 544,78
Réserve légale.		54 021,77
Réserve pour amortissement du compte de premier établissement		445 000,00
Réserve spéciale.		132 386,55
Effets à payer		358 447,34
Coupons et obligations à payer.		1 019 482,52
Créditeurs divers :		
Société générale française des télégraphes (avances).	13 698 644,31	
Compte cautionnements	45 470,00	
Constructeurs, fournisseurs et divers.	1 669 342,43	
		15 413 456,74
Comptes divers et d'attente		226 735,37
Total.		90 890 075,05 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Dépenses.

Frais généraux comprenant la redevance à la Société générale française de télégraphes		286 461,49 fr.
Abonnement au timbre (obligations)		12 726,07
Service des obligations (intérêts et amortissement) et frais sur emprunts.		3 470 376,08
Impôt de transmission sur actions.		19 455,54
Frais d'exploitation		1 569 825,34
Correspondants financiers		16 026,18
Changes réseau des Antilles.		7 758,11
Redevances.		101 339,71
Entretien et réparations :		
Dépenses des vapeurs :		
Pouyer-Quertier.	532 885,57	
Contre-Amiral-Caubet.	550 012,45	
Réparations des vapeurs :		
Pouyer-Quertier	12 610,00	
Contre-Amiral-Caubet.	137 748,21	
Dépenses de réfection, d'entretien des réseaux et des appareils . . .	225 642,92	
		1 056 899,15
Amortissements divers		16 047,06
Dépenses diverses		44 555,97
Total		6 601 448,70 fr.

Recettes.

Recettes de trafic.	4 202 424,89 fr.
Subventions, garanties de trafic Antilles et intérêts dans participation financière	467 142,25
Garanties de produits câble Australie-Nouvelle-Calédonie	300 000,00
Recettes diverses.	49 061,35
Solde débiteur.	1 582 820,25
Total	6 601 448,70 fr.
Perte de l'exercice 1900	1 582 820,25 fr.
A ajouter :	
Perte de l'exercice 1899.	1 345 191,25
Solde débiteur	2 928 011,48 fr.

Résolutions. — *Première résolution.* — L'Assemblée, après avoir entendu lecture du rapport du Conseil d'administration et de celui des commissaires chargés de la vérification des comptes de l'exercice 1900, approuve les comptes de cet exercice tels qu'ils lui sont présentés par le Conseil d'administration, laissant au compte de Profits et pertes un solde débiteur de 1 582 820,25 fr à reporter au compte de l'exercice 1901.

Deuxième résolution. — L'Assemblée réélit administrateurs, conformément aux statuts, MM. J. Depelley et Le Bègue.

Troisième résolution. — L'Assemblée générale, en exécution de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, autorise, en tant que de besoin, M. Le Bègue, à remplir les fonctions d'administrateur, tout en conservant les mêmes fonctions qu'il remplit à la Société Générale pour favoriser le développement du commerce et de l'industrie en France.

Quatrième résolution. — L'Assemblée nomme commissaires chargés de la vérification des comptes de l'exercice 1901, MM. de Sainte-Marie, de Pontalba et Corrion, avec stipulation qu'en cas de décès ou d'empêchement de l'un des commissaires, il n'y aura pas lieu de pourvoir à son remplacement et que les autres pourront agir seuls, et fixe à 1000 fr l'allocation attribuée à chacun d'eux.

Assemblée générale extraordinaire du 5 août 1901. — Le Conseil d'administration a rappelé dans son rapport les conditions dans lesquelles a fonctionné la Compagnie depuis sa fondation, et fait l'historique très détaillé des Câbles télégraphiques; puis il a donné toutes les explications nécessaires sur la convention conclue le 28 mars 1901, entre l'État et la Compagnie française des Câbles télégraphiques, pour l'établissement, l'entretien et l'exploitation de câbles télégraphiques sous-marins.

Cette convention a été approuvée par la loi promulguée le 31 juillet 1901.

Après lecture du texte de la convention qui ne comprend pas moins de 23 articles, dont le principal (article premier) autorise la conversion des obligations 5 pour 100 en obligations 3,5 pour 100 et le remboursement à la Société générale française des Télégraphes et à la Société industrielle des Téléphones d'une avance de 15 744 850,56 fr, en obligations au taux de 475 fr l'une, donnant 3,5 pour 100 d'intérêt, les actionnaires présents à cette Assemblée, ont voté les résolutions suivantes :

Résolutions. — *Première résolution.* — L'Assemblée générale extraordinaire décide, dans le sens de l'article 44 des statuts, qu'il n'y a pas lieu de prononcer la dissolution de la Société.

Deuxième résolution. — L'Assemblée générale extraordinaire, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration, approuve ce rapport, ainsi que la convention intervenue le 28 mars 1901 entre l'État, la Compagnie française des Câbles télégraphiques et la Société générale française des Télégraphes et approuvée par la loi du 31 juillet 1901.

Troisième résolution. — L'Assemblée générale extraordinaire décide que le capital social, actuellement fixé à 24 millions de francs, représenté par 96 000 actions de 250 fr chacune, sera réduit à 2 400 000, représenté par 9 600 actions de 250 fr chacune. Cette réduction s'opérera, au point de vue des titres, au moyen de l'échange de 10 actions anciennes contre 1 action nouvelle.

En conséquence, l'article 5 des statuts sera désormais ainsi conçu :

« Le fonds social est de 2 400 000 fr et divisé en 9 600 actions de 250 fr chacune entièrement libérées.

« Les augmentations qui pourraient être apportées à ce capital, au delà du chiffre de 14 millions, dans les conditions prévues à l'article 6 ci-après, devront être autorisées par le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, après avis du Ministre des finances.

Quatrième résolution. — L'Assemblée générale extraordinaire décide que les modifications ci-après seront apportées aux articles 16, 19, 22, 41 et 42 des statuts, savoir :

Le premier paragraphe de l'article 16 des statuts sera désormais ainsi conçu :

« La Société est administrée par un Conseil composé de cinq membres au moins et dix membres au plus, pris parmi les associés, nommés et révocables par l'Assemblée générale des actionnaires et jouissant des droits de citoyen français.

« Le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et télégraphes pourra déléguer aux séances du Conseil d'administration et aux assemblées générales un commissaire ayant voix consultative et qui aura le droit de présenter des observations ou de demander des explications sur les questions examinées dans ces réunions. »

Le premier paragraphe de l'article 19 sera désormais ainsi conçu :

« Chaque année après l'Assemblée générale ordinaire, le Conseil nomme, parmi ses membres, un président et, s'il le juge utile, un vice-président. Le président du Conseil d'administration devra être agréé par le Ministre du Commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes. »

Les paragraphes 13, 14, 15 et 21 de l'article 22 des statuts seront désormais ainsi conçus :

Paragraphe 13 : « Tous emprunts par voie d'émission d'obligations sont réservés à l'Assemblée générale des actionnaires, ainsi qu'il est dit à l'article 36 ci-après. »

Paragraphe 14 : « Toutefois, les prix et conditions d'émission de toutes obligations à créer par la Compagnie ainsi que la forme des titres et les conditions de l'amortissement devront être préalablement soumis à l'approbation par écrit du Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes. »

Paragraphe 15 : « En dehors des émissions d'obligations, la Compagnie ne pourra contracter aucun emprunt sous quelque forme que ce soit, sauf à titre temporaire, et ce avec l'autorisation par écrit du Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, d'accord avec le Ministre des finances. »

Addition au paragraphe 21 : « Il nomme un directeur dont le choix devra être agréé par le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes. »

L'article 41 sera désormais ainsi conçu :

« Les produits nets, déduction faite de toutes les charges, tels qu'ils résultent des comptes établis conformément à la convention du 28 mars 1901 avec l'État, constituent les bénéfices.

« Sur ces bénéfices nets annuels, il est prélevé :

« 1° 5 pour 100 au moins desdits bénéfices pour le fonds de réserve prescrit par la loi. Ce fonds de réserve cesse d'être obligatoire au delà du dixième légal; mais lorsque, pour quelque cause que ce soit, il est descendu au-dessous du dixième, il doit être reconstitué au moyen du prélèvement de 5 pour 100 ci-dessus indiqué;

« 2° La somme nécessaire pour fournir aux actions 5 pour 100 des sommes dont elles sont libérées, sans que, si les bénéfices d'une année ne permettaient pas ce paiement, les actionnaires puissent le réclamer sur les bénéfices des années subséquentes.

« Après ces prélèvements, il sera attribué 12 pour 100 du reliquat pour le Conseil d'administration.

« Enfin le solde est réparti comme suit :

« 78 pour 100 pour les actionnaires, et 22 pour 100 aux apportants ou à leurs ayant-droits, ces 22 pour 100 étant représentés par 10 000 parts bénéficiaires (1re série) au porteur.

« Les propriétaires de ces parts bénéficiaires n'ont aucun droit d'immixtion dans les opérations sociales et doivent se

soumettre à toutes décisions des Assemblées générales, même en cas de fusion ou de dissolution. Mais en cas de fusion ou de cession de l'actif de la Société à une autre Société ou à des tiers, il serait attribué auxdites parts bénéficiaires :

« 1° 10 pour 100 du reliquat du prix brut de la cession après l'acquit du passif social;

« 2° Et 12 pour 100 de l'actif net de la liquidation après remboursement aux actions des sommes dont elles seront libérées.

« Si le capital social vient à être augmenté, cette augmentation ne pourra être décidée qu'à la condition de réserver aux 9600 actions constituant le capital actuel, un tiers des 78 pour 100 revenant aux actionnaires après les prélèvements ci-dessus prévus, ce tiers pouvant être représenté par des titres bénéficiaires (2e série) à créer en tel nombre que le Conseil d'administration déterminera; les deux tiers restant répartis entre toutes les actions.

« Lorsque ces parts bénéficiaires auront été créées et réparties, les 9600 actions actuelles seront entièrement assimilées aux actions nouvelles et n'auront pas plus de droits que ces dernières.

« Dans le cas d'augmentations de capital qui auraient pour résultat de porter ce capital au delà du chiffre de 14 millions, les parts bénéficiaires continueront à exercer leurs droits, mais seulement dans la proportion du capital de 14 millions maximum par rapport au capital augmenté.

« Ces parts bénéficiaires n'auront aucun droit d'immixtion dans les opérations sociales et devront se soumettre à toutes décisions des Assemblées générales, même au cas de fusion ou de dissolution.

« Les propriétaires des titres bénéficiaires pourront se constituer en Société civile. A toute époque, la Compagnie aura la faculté d'effectuer le rachat de ces titres, soit en Bourse, soit autrement.

« Les effets de ce rachat remonteront au jour de l'exercice social pendant le cours duquel cette mesure aura été décidée. Les dispositions ci-dessus relatives à la faculté pour la Compagnie d'effectuer le rachat des titres bénéficiaires, ainsi qu'au seul droit appartenant dans les bénéfices de la Société à ces mêmes titres, seront inscrites sur les titres. »

L'article 42 sera désormais ainsi conçu :

« Outre le fonds de réserve légale, l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, pourra décider la formation d'un fonds de réserve spécial par prélèvement sur les 78 pour 100 attribués aux actionnaires et aux parts bénéficiaires 2e série par l'article 41 ci-dessus.

« Le Conseil d'administration détermine l'emploi de ce fonds de réserve spécial. »

Cinquième résolution. — L'Assemblée générale extraordinaire, après avoir pris connaissance de l'état actuel des affaires sociales, donne au Conseil d'administration les pouvoirs les plus étendus à l'effet de demander au Tribunal de commerce de la Seine le bénéfice de la loi du 4 mars 1889, ainsi qu'à l'effet de présenter toutes propositions de concordat, sur les bases posées dans le rapport du Conseil.

Concordat du 9 *novembre* 1901, *homologué le* 19 *novembre* 1901. — *Conditions.* — Les porteurs d'obligations 5 pour 100, 1re et 2e séries, recevront en échange de leurs obligations actuelles 5 pour 100, des obligations 3,5 pour 100, que la Société s'engage à créer. Cet échange se fera titre pour titre, sans qu'il y ait lieu de tenir compte du taux d'admission à la liquidation judiciaire.

Ceux des créanciers qui n'accepteraient pas l'échange de leurs titres dans les conditions sus-indiquées, font remise à la Compagnie française des Câbles télégraphiques de 50 pour 100 sur le montant de leurs créances, en principal et accessoires, arrêté au 10 août 1901, date du jugement déclaratif de la liquidation judiciaire.

Les 50 pour 100 non remis sont stipulés payables sans intérêt, en cinquante années par cinquantièmes. La Compagnie pourra, à toute époque, anticiper les versements stipulés ci-dessus et se libérer ainsi de la somme par elle due, en un seul paiement calculé avec un escompte au taux de 4 pour 100 l'an, valeur du jour où il sera effectué.

La Société générale française de Télégraphes, créancière chirographaire d'une somme de 11 025 715,35 fr, s'engage à faire apport de cette créance à la Compagnie et à recevoir en représentation 44 102 actions entièrement libérées de la Compagnie française des Câbles télégraphiques, d'une valeur nominale de 250 fr chacune, plus une soulte de 215,35 fr en espèces.

La Société industrielle des Téléphones et la Société générale française de Télégraphes sont créancières à titre chirographaire, savoir : la première d'une somme de 556 685,70 fr et la seconde d'une somme de 1 458 285,60 fr, formant parties d'avances consenties aux dates des 31 juillet 1899 et 1er décembre 1899. De plus, la seconde est encore créancière du chef des paiements qu'elle a effectués pour faits d'exploitation s'élevant à 57 519,30 fr.

Ces deux Sociétés s'engagent respectivement à recevoir en paiement de leurs créances des obligations 3,5 pour 100 nouvelles calculées à 475 fr.

La Société générale française de Télégraphes est en outre créancière d'une somme de 2 443 503,45 fr, formant partie d'une avance de 3 050 000 fr consentie à la date du 13 février 1900. Elle accepte en paiement de sa créance des obligations 3,5 pour 100 nouvelles calculées également à 475 fr.

La Compagnie française des Câbles télégraphiques créera des obligations 3,5 pour 100 en nombre nécessaire, ainsi qu'il est prévu à l'article premier de la convention intervenue le 28 mars 1901 avec l'État :

1° Pour échanger titre pour titre des obligations 5 pour 100 1re et 2e série au nombre de 41 924;

2° Pour rembourser au taux de 475 fr par obligation 3,5 pour 100 dans les conditions indiquées ci-dessus, les créances admises de la Société générale française de Télégraphes et de la Société industrielle des Téléphones;

3° Pour constituer, au fur et à mesure des autorisations données par le gouvernement, jusqu'à concurrence d'un maximum effectif de 8 millions de francs, un capital destiné : à des modifications de réseau, à la construction d'un nouveau navire, à la formation d'une réserve de garantie jusqu'à concurrence d'une somme de 2 millions.

La Compagnie française des Câbles télégraphiques s'est en outre engagée à ne pas contracter d'emprunt nouveau sans l'assentiment de l'association des obligataires.

Il est de plus stipulé que les conditions présentes n'apporteront aucune novation ni dérogation aux droits des porteurs d'obligations 4 pour 100 dites : « Australie-Nouvelle-Calédonie » et « Câbles transatlantiques ».

Quant aux créanciers pour faits et fournitures d'exploitation et s'élevant à la somme de 57 519,30 fr, ils ont été désintéressés par la Société générale française de Télégraphes.

Assemblée générale extraordinaire du 18 *décembre* 1901. — Les actionnaires de la Compagnie française des Câbles télégraphiques se sont réunis extraordinairement le 18 décembre dernier, à l'effet de mettre leur capital en harmonie avec les clauses du concordat passé entre la Compagnie et ses créanciers le 9 novembre 1901 et homologué le 19 du même mois.

Après avoir entendu la lecture du rapport du Conseil, ils ont approuvé et voté toutes les propositions qu'il comportait.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

47 810. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



11e Année. — N° 248. 25 Avril 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Un étalon de force électromotrice régénérable. — D'après une communication faite à l'*American Electrochemical Society*, société nouvelle dont le premier meeting s'est tenu à Philadelphie les 3, 4 et 5 avril, M. Herbert H. Dow, de Midland, a imaginé une pile constituée par du zinc et du charbon comme électrodes, et du bromure de zinc $Zn\,Br^2$ comme électrolyte. Lorsqu'on fait passer un courant du charbon au zinc dans cette pile, le bromure est décomposé, le zinc se dépose et il se forme un composé dont la formule est $Br^3\,C$, d'après l'inventeur.

La pile ainsi rendue active a une force électromotrice de 1,7 volt, qui dure jusqu'à épuisement des corps formés par électrolyse. La propriété remarquable de cet élément réside dans le fait que, si on le met en court-circuit, sa force électromotrice remonte instantanément à sa valeur initiale dès que le court-circuit est rompu. L'élément constant et facilement régénérable pourrait donc constituer un étalon pratique et industriel de force électromotrice. Nous allons l'essayer et tiendrons nos lecteurs au courant des résultats obtenus.

Traction électrique directe à 3000 volts. — La maison Ganz et Cie, de Budapest, a établi récemment à Neustadt, près de Vienne, une intéressante installation de traction électrique par courants alternatifs triphasés à 3000 volts et à la fréquence de 42 périodes par seconde.

Il s'agissait de relier l'arsenal du gouvernement à Wollersdorff au chemin de fer de Schneeberg, sur une longueur de 800 mètres, avec des pentes assez raides pour ne pas permettre d'appliquer la traction animale, et un service assez irrégulier et peu chargé pour rendre l'emploi d'une locomotive à vapeur maintenue toujours sous pression peu économique. L'arsenal disposant déjà d'une installation par courants triphasés à 3000 volts, il ne s'agissait plus que de décider l'emploi de courants continus à 300 ou à 500 volts, de courants triphasés transformés à basse tension ou de courants alternatifs triphasés utilisés directement à 3000 volts.

La question d'économie a dicté le choix de cette dernière solution. Le service est fait à l'aide d'une locomotive de 36 kilowatts en commandant les roues par une transmission à engrenages réduisant la vitesse du moteur dans le rapport de 6 à 1. Ce moteur asynchrone est mis en marche et arrêté à l'aide d'une résistance liquide introduite dans le circuit du rotor, ce qui procure des démarrages très doux.

Le courant est recueilli à 3000 volts sur deux fils aériens à l'aide d'archets, les rails constituant le circuit de retour. La manipulation du combinateur est réalisée par une transmission à air comprimé, et tous les détails de la locomotive rappellent, à une petite échelle, les dispositifs proposés par la maison Ganz pour le chemin de fer électrique de la Valteline. La ligne, en fonction depuis deux mois, donne toute satisfaction à ses promoteurs et semble montrer que l'emploi des courants alternatifs polyphasés à 3000 volts pour la traction électrique est aujourd'hui d'une application pratique relativement simple, facile et économique.

Le nouveau Métropolitain de Berlin. — Le nouveau Métropolitain de Berlin, qui vient d'être partiellement ouvert à l'exploitation, a été construit par la maison Siemens et Halske pour le compte de la Société du chemin de fer électrique surélevé et souterrain de Berlin, constituée sous les auspices de la Banque d'Allemagne. La Société a acheté elle-même les terrains et fait les travaux préparatoires, tels que les démolitions de propriétés privées, destinés à permettre l'assiette du chemin de fer. La maison Siemens et Halske a fait le surplus et s'est même chargée de la conduite de l'exploitation pendant la première année. Le réseau de 10 km construit en premier comprend trois sections : l'une, entièrement en viaduc, va du pont de Varsovie (Warschauer Brücke) à la gare de Potsdam; une autre section part de cette gare et, après un tronc commun avec la ligne précédente, se détache vers Charlottenbourg; elle est établie partie en viaduc, partie en souterrain et partie à niveau. Enfin la troisième section, entièrement souterraine, va de la gare de Postdam à celle d'Alexander Platz située sur l'ancienne ligne métropolitaine diamétrale; elle traverse une partie assez centrale de la ville, tandis que les deux autres sections ne sillonnent que des quartiers excentriques.

Les viaducs et les ponts sont traités avec une certaine recherche d'ornementation. Il en est de même des gares, qui ont cet aspect un peu théâtral qu'on trouve fréquemment dans les spécimens d'architecture moderne allemande.

Les quais des gares ont environ 80 m de longueur, dont 50 m protégés par une halle métallique. L'accès de ces gares se fait tantôt au moyen d'escaliers latéraux débouchant directement sur la voie publique, tantôt par des passages pratiqués dans des constructions particulières bordant le viaduc.

La traction est exclusivement électrique. Le courant est produit dans une usine unique placée à peu près au centre du réseau, et comprenant quatre machines à vapeur, dont une de réserve, d'une puissance de 900 chevaux. Le courant continu est fourni à la tension de 750 volts et est distribué sur un rail conducteur placé dans l'entrevoie, avec retour par les rails de la voie courante. Pour éviter que les interruptions de courant ne s'étendent à la totalité de la ligne en cas d'incident, le réseau est divisé en cinq sections isolées les unes des autres et alimentées chacune directement par l'usine.

La ligne est exploitée à l'aide du block-system, type Siemens et Halske avec pédale. On a rejeté le block purement automatique, tant à cause de la difficulté de son installation et de son entretien, que par suite de cette circonstance spéciale que les postes de block pouvaient coïncider exactement avec les stations du métropolitain, de sorte qu'un block non automatique n'exigeait pas de personnel supplémentaire. La nuit, les signaux sont éclairés électriquement au moyen de lampes alimentées par deux circuits complètement indépendants l'un de l'autre, ce qui réduit considérablement les chances d'extinction.

Les trains sont composés de trois voitures, une de 3ᵉ classe à chaque extrémité, une de 2ᵉ classe au milieu. Il n'y a pas de première classe, comme d'ailleurs sur la ligne métropolitaine diamétrale. Pour éviter le retournement aux points extrêmes du parcours, les voitures de tête et de queue sont motrices et munies d'une cabine pour le mécanicien. La longueur des plateformes des stations est calculée pour 6 voitures, et des trains de cette composition sont effectivement prévus pour les jours d'affluence, au moyen de la juxtaposition de deux groupes de trois wagons. La traction de chaque groupe est assurée par trois moteurs de 70 chevaux, disposés sur chacune des voitures extrêmes; l'emplacement d'un quatrième moteur est réservé pour le cas où le développement du trafic conduirait à mettre en circulation des groupes de quatre véhicules au lieu de trois.

Les voitures ont leurs sièges disposés longitudinalement, comme dans les omnibus. Celles de 3ᵉ classe peuvent contenir 39 personnes assises et 26 debout; celles de 2ᵉ ont 44 places assises. Un train de 3 voitures peut emporter 175 à 200 personnes. 21 trains de ce genre sont construits et 7 autres sont en construction. Ils sont éclairés et chauffés électriquement.

Les trains sont prévus à l'horaire avec un intervalle de 5 minutes, qui pourra par la suite être réduit à 2 m 30 s sur certains parcours. La durée des arrêts aux stations n'est que de 15 secondes.

La partie qui vient d'être ouverte à l'exploitation comprend la section de la gare de Potsdam à Charlottenbourg se terminant au jardin zoologique. Les autres sections sont encore en construction.

Le tarif actuel est établi en 2 zones. Les prix sont respectivement :

1ʳᵉ zone, en 2ᵉ classe, 20 centimes et en 3ᵉ classe, 12,5 centimes; 2ᵉ zone, en 2ᵉ classe, 31 centimes et en 3ᵉ classe, 20 centimes.

Lorsque la ligne sera prolongée, il y aura une 3ᵉ zone dont les prix seront respectivement de : en 2ᵉ classe 40 centimes et en 3ᵉ classe 25 centimes.

L'équipement électrique du métropolitain de Londres. — La commande pour l'équipement complet de la station génératrice du chemin de fer métropolitain de Londres a été donnée à la *British Westinghouse Electric and Manufacturing Cᵒ*. Les groupes électrogènes comprennent des alternateurs triphasés accouplés directement à des turbines à vapeur. Trois de ces groupes, chacun d'une puissance de 3500 kw, seront installés dans l'usine de la *Metropolitan Cᵒ* à Neasden. Quatre groupes électrogènes, comprenant aussi des alternateurs triphasés et des turbines à vapeur, mais d'une puissance de 5000 kw chacun, seront fournis par la *British Westinghouse Cᵒ* à la *District Railway Cᵒ* pour leur usine à Chelsea. Dans les deux usines l'énergie électrique sera produite sous forme de courant triphasé sous une tension de 10 000 volts. Des sous-stations seront installées et équipées de transformateurs et commutatrices pour réduire la tension et pour redresser le courant triphasé en courant continu, tel qu'il sera débité aux moteurs des voitures.

L'adoption de turbines à vapeur de si grandes dimensions pour la production de l'énergie électrique est certainement une déviation de la pratique ordinaire, et le fonctionnement de ces machines sur l'*Underground* sera suivi avec le plus grand intérêt par tous les ingénieurs. Pour un service électrique, la turbine à vapeur a sans doute de nombreux avantages sur la machine à vapeur; quelques-uns de ces avantages sont : faible encombrement, grande vitesse, d'où réduction de la grandeur de la génératrice électrique et du prix des unités, absence de vibrations. La Compagnie Westinghouse s'est appliquée depuis quelques années à la production de turbines à vapeur et a réussi à construire une turbine à la fois très économique et particulièrement bien adaptée pour les grandes puissances. La plus grande partie de ces machines sera probablement construite dans les nouveaux ateliers de la compagnie Westinghouse à Manchester, aujourd'hui à peu près terminés. Il est satisfaisant d'apprendre que les compa-

gnies des chemins de fer *Metropolitan* et *Metropolitan District*, ayant enfin définitivement décidé le système à adopter, ont manifesté la résolution arrêtée de hâter, autant que possible, la transformation électrique de leurs réseaux.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Arras. — *Traction électrique.* — Le Conseil général du Pas-de-Calais a émis un vœu tendant à ce que l'instruction de la demande en concession du tramway électrique d'Arras à Cambrai, par la route nationale, soit menée aussi rapidement que possible.

Une demande en concession d'un tramway électrique d'Arras à Cambrai par la route nationale n° 39 a été présentée le 18 août 1900 par M. Thuvieu, entrepreneur de travaux publics à Lille, et soumise au Conseil général.

Dans sa séance du 23 août de ladite année, l'assemblée a pris acte de la demande et délégué trois de ses membres pour former, avec les délégués nommés par le Conseil général du Nord, la commission interdépartementale chargée d'étudier la suite que l'affaire peut comporter.

La décision a été notifiée à M. Thuvieu qui n'a, jusqu'ici, présenté aucun projet régulier.

Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales). — *Traction électrique.* — Nous apprenons que, sur la déclaration de M. Baudin, ministre des Travaux publics, les études concernant cette ligne électrique avaient été faites et que les négociations avec la Compagnie du Midi étaient en bonne voie de réussite.

Si nos renseignements sont exacts, nous venons d'apprendre que la Compagnie des chemins de fer du Midi consent à effectuer les travaux concernant la ligne du tramway électrique de Joncet à Bourg-Madame.

Grenoble. — *Éclairage électrique.* — Au cours d'une des dernières séances du Conseil municipal, M. Stéphane Jay a donné lecture d'un important rapport, dont nous donnons un extrait, sur l'état actuel de la question de l'éclairage électrique.

« Au mois de décembre dernier, le Conseil avait :

1° Décidé l'exploitation directe par la Ville de la distribution d'énergie électrique, pour l'éclairage et la force motrice;

2° Choisi la Société Électro-chimique de la Romanche comme fournisseur d'énergie;

3° Autorisé l'Administration municipale à discuter contradictoirement avec cette Société les clauses et conditions du traité à intervenir.

« L'Administration municipale s'est aussitôt mise à l'œuvre. Elle a eu, avec les représentants de la Société choisie par vous, de nombreuses conférences au cours desquelles tous les articles du traité ont été étudiés et examinés. Dans ce long et difficile travail, elle s'est fait assister d'hommes compétents et de techniciens, notamment de MM. Routin, Pionchon et Barbillon.

« Le projet de traité est dressé. Il ne peut cependant vous être soumis ce soir, car quelques points de détails sont encore en discussion. Rien, en effet, ne doit être négligé dans cette entreprise dont l'importance aura pour l'avenir de notre Ville une influence considérable.

« Mais je puis vous assurer que, dans un délai très restreint, ce traité sera définitivement arrêté et soumis à votre approbation.

« Puisque j'en ai l'occasion, je suis heureux de vous faire connaître que l'Institut Électro-technique de Grenoble a offert son concours pour l'étude des conditions d'installation du réseau municipal de distribution et la vérification des matériaux, ainsi que pour le contrôle des installations et des divers appareils de transformation et de mesure de l'énergie.

« L'Administration a accepté avec reconnaissance ce précieux concours. »

Limoux (Aude). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal de la ville de Limoux s'est préoccupé, dans une de ses dernières séances, du renouvellement de son mode d'éclairage et de l'application qui pourrait être faite de l'électricité, à l'époque où expirera le contrat qui lie la ville avec le fermier actuel de son usine à gaz, dont la concession finit en 1907.

Pour produire l'énergie électrique, la ville de Limoux possède une usine sur rivière, avec chaussée, pouvant fournir toute la puissance nécessaire à la production de l'électricité destinée à l'éclairage.

Dans ces conditions, le Conseil municipal a décidé d'appeler l'attention du monde électricien sur sa délibération et de provoquer ainsi des projets entre lesquels il choisira celui qui répondra le mieux à ses intentions et à l'intérêt de la Ville qu'il représente.

Dans la même séance, le Conseil a désigné M. Barbe, premier adjoint au maire, pour :

1° Centraliser les propositions qui pourraient être formulées;

2° Répondre à toutes les demandes de renseignements qui pourraient être adressées;

3° Faciliter toutes les visites des lieux et études sur places qui seraient désirées.

La durée de la concession serait de cinquante années et le traité serait fait pour être exécutoire à dater de l'expiration de la concession actuelle faite au fermier de l'usine à gaz, soit en 1907.

Montbard (Côte-d'Or). — *Éclairage.* — La ville de Montbard va enfin être pourvue de l'éclairage par l'électricité; le traité passé entre M. l'ingénieur Rogues et la municipalité est revenu, approuvé par M. le Préfet de la Côte-d'Or.

Rouen. — *Traction électrique.* — Un projet de tramway électrique de Rouen à la Bouille avec prolongement éventuel jusqu'à Bourg-Achard, est soumis à l'examen du Conseil général, sollicité d'en demander la concession pour la rétrocéder à la Compagnie demanderesse. Comme le dossier n'est pas complet et que certains détails du projet soulèvent des objections de la part des ingénieurs, le rapport de M. Maille propose d'ajourner toute solution jusqu'à ce que le dossier soit complété.

NÉCROLOGIE

MARIE-ALFRED CORNU

L'Académie des sciences vient de faire une grande perte dans la personne de M. *Alfred Cornu* décédé le 12 avril à la Chansonnerie, près Romorantin, rapidement emporté par une maladie dont rien ne pouvait faire prévoir la terminaison douloureuse.

Né en 1841, Marie-Alfred Cornu entra à l'École Polytechnique en 1860. Admis dans le corps des Mines, il n'attendit pas sa sortie de l'École des Mines pour se livrer avec passion à l'étude de l'optique, s'attachant à répéter toutes les expériences de Fresnel dont il fut toute sa vie un disciple enthousiaste. Peu de temps après, une thèse remarquable sur la

réflexion cristalline mettait déjà en relief ses qualités dominantes, l'amour de l'exactitude, le soin avec lequel toutes les causes d'erreur sont recherchées, l'invention de procédés pour les éliminer, et la juste appréciation de leur importance. La mort de Verdet lui ouvrit le professorat à l'École Polytechnique en 1867. A cette époque commencèrent ses travaux sur la vitesse de la lumière par la méthode de la roue dentée de Fizeau, qui lui valurent le prix Lacaze en 1878. Malgré le nombre de ses observations, contrariées par le ciel brumeux des environs de Paris, il ne croyait pas avoir atteint la limite de l'exactitude que l'on pouvait atteindre par cette méthode, et il s'occupait encore, actuellement, de répéter avec le concours de M. Perrotin, dans les environs de Nice, et sur une plus grande échelle, ses anciennes expériences de Montlhéry. La détermination d'une autre constante, celle de la densité de la terre, devait l'occuper ensuite avec M. Baille pendant de longues années. Mais l'optique était restée l'objet de sa prédilection; de nombreux mémoires relatifs surtout à la spectroscopie, à l'étude des bandes d'absorption de l'atmosphère, à la polarisation atmosphérique, à la détermination des éléments principaux des cristaux, à la déformation de la surface d'onde dans les milieux magnétiques, témoignent de son activité incessante.

Nommé membre de l'Institut en 1878 à la mort de A.-C. Becquerel, il fut bientôt appelé par ses confrères au Bureau des Longitudes, et dans les commissions importantes constituées pour les passages de Vénus, et la préparation du Mètre.

Il n'eut que rarement l'occasion de s'occuper d'électricité; il suivait pourtant avec intérêt les progrès de cette science. On n'a pas oublié son important travail sur la synchronisation de l'heure, lu à la Société des Électriciens, ni la part qu'il a prise tout récemment à l'étude des variations de vitesse des moteurs.

Comme l'a dit excellemment le Président actuel de l'Académie des sciences, M. Bouquet de la Grye, dans la séance du 14 avril, séance levée en signe de deuil après le dépouillement de la correspondance, Alfred Cornu meurt en pleine production scientifique, laissant derrière lui des parents et des amis éplorés, et dans le monde savant des regrets éternels.

CORRESPONDANCE

Sur la Commutation.

Monsieur le Directeur,

C'est précisément parce que j'ai suivi les exemples numériques, que je me suis trouvé embarrassé par le mode de calcul de M. Boy de la Tour. Aujourd'hui M. Boy de la Tour, avec raison je crois, fait intervenir la densité du courant, et trouve que 40 A par cm^2 serait exagéré, même avec le charbon X. Nous sommes d'accord, mais nous ne le sommes plus quand il dit : « Ce chiffre avec la résistivité de 0,07 ohm-cm, conduirait à 2,8 volts. » Où M. Boy de la Tour prend-il ce chiffre; il ne *ressort pas de la courbe de Dettmar*, qui s'arrête à une densité de 11 A par cm^2, pour laquelle la densité de courant est en effet 0,07 ohm : cm^2 environ. Où M. Boy de la Tour prend-il la résistivité pour des densités de 20 et de 40 A? Admet-il que ce sera toujours 0,07 ohm : cm^2. Si cela est ainsi, il aurait dû le dire. Autrement je maintiens que sur les courbes de Dettmar, *telles qu'elles ont été publiées*, le produit RI est toujours inférieur à un volt.

Votre vieux lecteur.

Alternateurs auto-excitateurs.

Monsieur le Directeur,

Je ne veux pas répondre à l'article de M. Heyland par un second article. Cependant il est indispensable que je fasse les remarques suivantes :

1° Au point de vue historique, contrairement aux affirmations de M. Heyland, il n'a jamais été fait d'alternateur *shunt* : il n'a jamais, par conséquent, pu être constaté qu'un semblable alternateur travaillait en moteur à $\cos \varphi = 1$. Il a été simplement réalisé *de façon accidentelle* (à des dispositifs de détail près) un alternateur série (¹). Il est urgent de ne pas établir de confusion gratuite et de toujours parler des anciens moteurs à collecteur en les laissant dans l'état où on les a depuis longtemps abandonnés, sans leur prêter des vertus plus modernes qui enlèveraient d'ailleurs tout intérêt aux récentes publications de M. Heyland;

2° Au point de vue du fonctionnement de l'alternateur *shunt*, seul en discussion avec M. Heyland, à moins que M. Heyland ne dispose des résistances entre lames capables de mettre son alternateur en court-circuit, il est bien certain que les courants induits dans le rotor auront hâte de prendre, à travers les balais, le chemin du réseau. Le réseau, dans son ensemble, est, dans tous les cas, en effet, incomparablement moins résistant que le rhéostat mis en parallèle par M. Heyland avec le circuit d'excitation. En admettant que les résistances entre lames fussent égales à celle des sections du rotor, ce qui serait assez désastreux au point de vue du rendement, il passerait environ dans ces résistances *un pour cent* des courants induits dans le rotor.

Dans la pratique, ces résistances seront certainement beaucoup plus grandes : il y passera donc une fraction ridicule des courants induits dans le rotor. *Ces courants se fermeront dans tous les cas à travers les balais* et l'on ne peut pas raisonnablement présenter les résistances entre lames comme un circuit de fermeture pour les courants induits.

Il faut plutôt les envisager comme les shunts que l'on dispose entre lames, pour éviter les étincelles, dans les collecteurs simples où l'on redresse du courant alternatif en vue de l'auto-excitation de certaines machines.

M. Heyland a dû s'apercevoir que les moteurs soumis à ses essais pouvaient tourner *au synchronisme* et *au-dessus du synchronisme*. M. Heyland conviendra que ce sont là des moteurs d'induction d'une espèce bien spéciale.

En réalité M. Heyland s'intéresse aux mêmes machines que moi et y applique tel dispositif qui lui paraît intéressant pour éviter les étincelles.

Si M. Heyland veut ouvertement reconnaître ce point, nous serons tout à fait d'accord.

Mais, je peux faire sans le dispositif préconisé par M. Heyland.

Les troubles apportés dans la commutation, ainsi que je l'ai toujours fait entendre, ne peuvent provenir que des harmoniques du champ. Je ne crois pas que M. Heyland soit, au fond, d'une autre opinion. Ces harmoniques sont créés, soit par la forme particulière des tensions d'excitation, soit par une denture ou un sectionnement insuffisants. Mais M. Leblanc nous a depuis longtemps enseigné un remède général contre les harmoniques. Il consiste à mettre une cage d'écureuil pour étouffer toutes les vibrations parasites.

Provisoirement, je n'ai même pas recours aux amortisseurs Leblanc.

Veuillez agréer, etc.

Marius Latour.

(¹) Voy. *L'Éclairage électrique* du 12 avril 1902.



INSTALLATION ÉLECTRIQUE DE SALON

La ville de Salon, dans le département des Bouches-du-Rhône, doit sa grande prospérité au commerce de l'huile ; sa population est d'environ 15000 habitants. Elle a été dotée en 1895 d'une station centrale qui appartient actuellement à la Société d'éclairage électrique de Provence.

L'usine, telle qu'elle existait à l'origine, comprenait trois groupes électrogènes, les machines à vapeur étant du type Piguet de Lyon, les alternateurs du type Mordey Victoria à courants alternatifs simples, 100 périodes, 2500 volts aux bornes; un réseau primaire, en partie souterrain, en partie aérien, distribuait l'énergie aux postes de transformateurs répartis dans les différents quartiers de la ville; le réseau secondaire, entièrement aérien, alimentait les lampes sous une tension de 100 volts.

Le rapide développement de la ville et l'accroissement du nombre d'abonnés sur le réseau décidèrent tout dernièrement M. Kaeuffer, l'administrateur délégué de la Société, à étudier la transformation de l'usine de Salon et cela à un double point de vue : 1° accroissement de la puissance de l'usine devenue complètement insuffisante et 2° réduction du prix de revient de l'énergie fournie aux abonnés.

Pour satisfaire à la première de ces conditions, il eût fallu acquérir un nouveau groupe électrogène, installer une nouvelle chaudière et élever de nouveaux bâtiments; de plus, les nouvelles ordonnances préfectorales obligeaient la Société à remanier son réseau aérien à haute tension et à se soumettre aux obligations pour la protection contre la chute accidentelle d'un fil; ces dépenses auraient atteint un chiffre très élevé sans qu'il s'en suivit aucune économie dans la production de l'énergie électrique, le charbon restant la base de la source d'énergie.

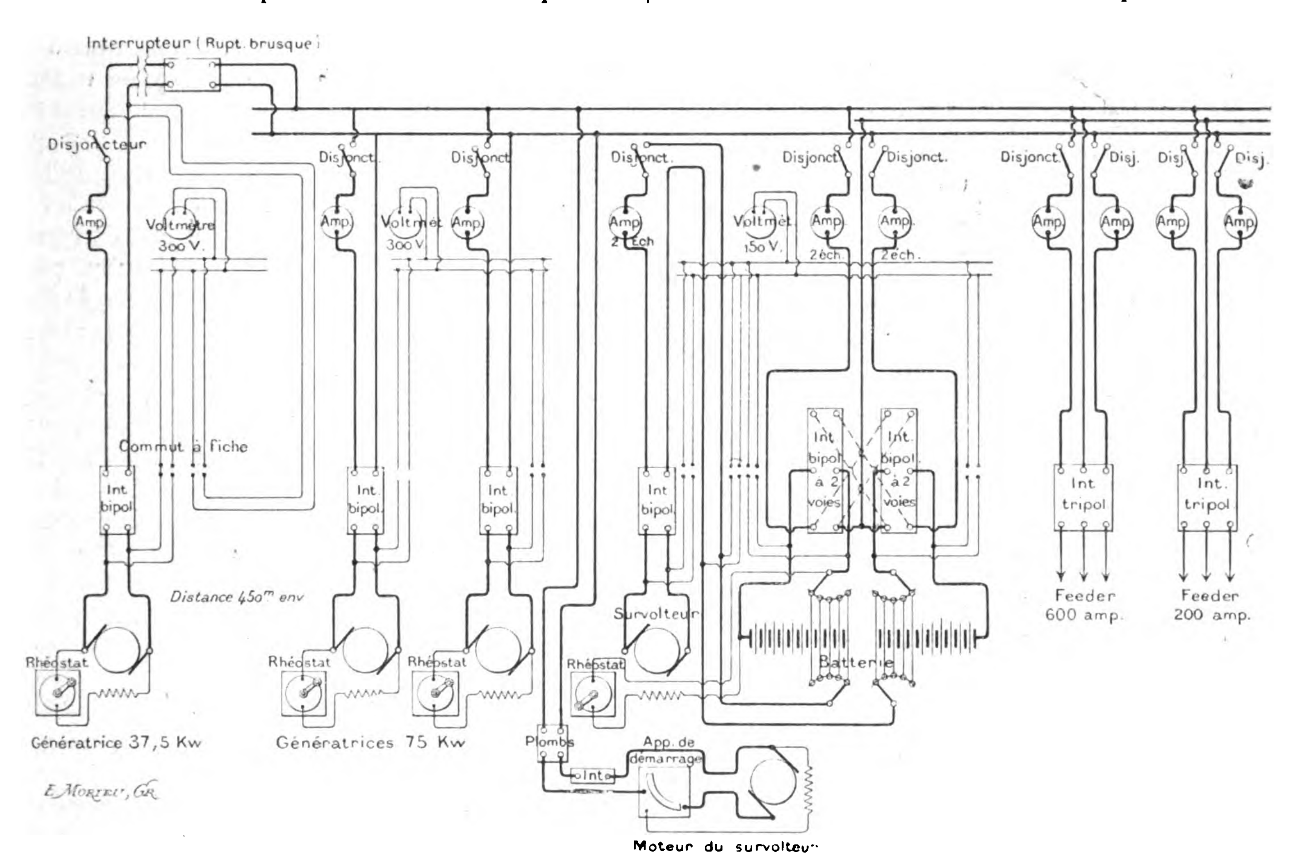


Fig. 1. — Schéma du tableau de distribution.

M. Kaeuffer se décida pour l'acquisition d'une petite chute d'eau de 50 à 55 chevaux, située en plein centre de la ville, sur le canal de Craponne, qui la traverse dans toute sa longueur et qui sert à irriguer les belles régions agricoles entre les premiers contreforts des Alpes et la ville d'Arles. Le débit de ce canal est maintenu constant durant toute l'année; pendant le mois de mars, l'eau est coupée pour le nettoyage du canal.

Il décida l'établissement d'une petite usine hydro-électrique destinée à emmagasiner dans une batterie d'accumulateurs et pendant le jour l'énergie produite par cette force naturelle et jusqu'alors inutilisée, et de la débiter pendant les heures de nuit sur le réseau en marchant en parallèle avec l'ancienne usine à vapeur dont les alternateurs devaient être remplacés par des machines à courant continu.

Ce problème fut soumis à différents constructeurs et après comparaison, M. Kaeuffer adopta celui préconisé

par la Société anonyme Westinghouse à qui fut confiée, en conséquence, la transformation de l'ancienne installation ; le nouveau réseau de câbles devant être fourni par la Société Berthoud-Borel de Lyon ; la batterie par la Société Tudor et la turbine par la maison Neyret-Brenier de Grenoble.

L'énergie électrique est actuellement produite en même temps dans l'usine à vapeur, et dans l'usine hydraulique, équipées toutes deux pour marche en parallèle avec une batterie d'accumulateurs.

L'usine à vapeur contient les unités suivantes :

Deux génératrices de 75 kw à courant continu, 250 volts, commandées par courroie et respectivement par deux des anciennes machines à vapeur Piguet ; une troisième unité de 150 kw sera prochainement installée et actionnée par le troisième moteur à vapeur ; elle servira de réserve pendant les mois d'hiver.

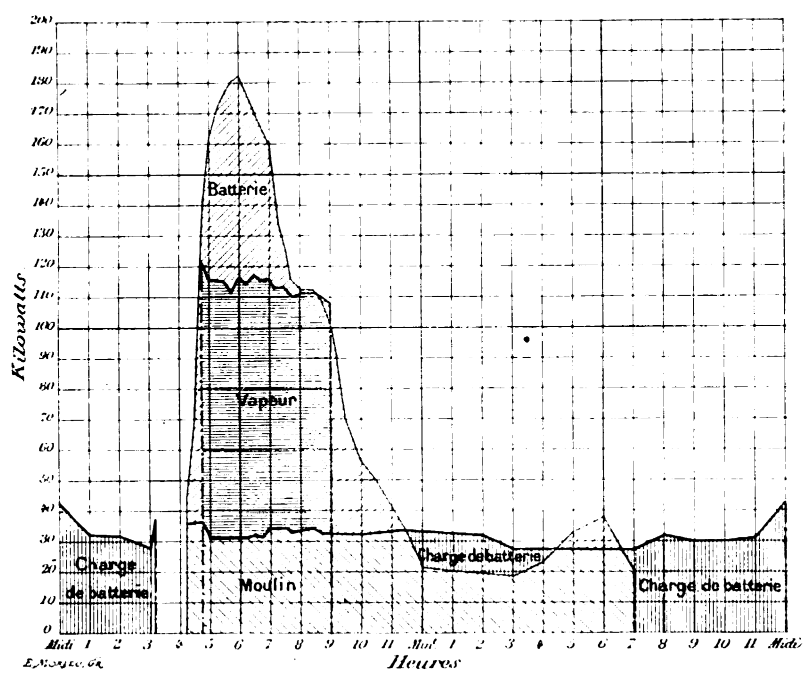


Fig. 2. — Débit dans la nuit du 2 au 3 décembre 1901.

Énergie fournie par le moulin. . .	457	kilowatts-heure.
— la vapeur. . .	343	—
— la batterie. . .	216	—
Énergie totale fournie.	1016	kilowatts-heure.
Consommation de charbon.	2180	kg.
Nombre de lampes installées.	3336	—

Une batterie d'accumulateurs de 170 éléments d'une capacité de 1000 ampères-heure, décharge en 5 heures, dont 50 éléments servent comme éléments de réduction.

Un groupe survolteur d'une puissance de 30 kw, composé d'un moteur électrique et d'une génératrice accouplée directement ; on ne le met en marche que lorsqu'il s'agit de charger à fond la batterie.

L'élévation de tension nécessaire est obtenue en intercalant le survolteur dans le circuit de la batterie et en agissant sur le rhéostat de la génératrice placé sur le tableau de distribution.

Un tableau de distribution avec les instruments strictement nécessaires à la commande des génératrices, de la batterie des survolteurs et des 2 feeders de départ.

Ce tableau est disposé selon le schéma (fig. 1), pour permettre :

1° De mettre en parallèle sur le réseau toutes les unités (génératrices des 2 usines et batteries).

2° De faire travailler sur le réseau n'importe quelles unités séparément ou en parallèle.

3° De faire travailler sur le réseau n'importe quelles unités séparément ou en parallèle sur la batterie.

4° De faire travailler la batterie seule sur le réseau.

L'usine hydro-électrique contient une turbine à aspiration actionnant par courroie une génératrice Westinghouse normale de 37,5 kw donnant, à 900 tours par minute, du courant sous 250 volts, un tableau de distibution placé près d'elle et comprenant un seul panneau contient les appareils nécessaires à sa mise en marche, son arrêt, son réglage et à la mesure du courant. De ce tableau part une ligne souterraine qui transmet le courant aux barres collectrices du tableau de distribution de l'usine à vapeur. Un interrupteur à main et à rupture brusque placé dans cette dernière station permet en outre de couper le courant venant de l'usine hydro-électrique.

Des interrupteurs automatiques protègent les feeders et les machines contre les court-circuits, si fréquents dans les régions de la Provence, où le mistral souffle fréquemment avec une impétuosité contre laquelle on ne peut se prémunir, même en prenant les plus grandes précautions dans l'établissement des réseaux aériens.

Le centre de consommation principal d'énergie est à environ 500 mètres de l'usine seulement ; de l'usine à vapeur partent deux feeders souterrains, l'un alimentant le côté droit de la ville, l'autre, le côté gauche ; ces deux feeders sont bouclés pour éviter les trop fortes chutes de tension ; ils comprennent chacun un câble concentrique, la distribution étant à 3 fils, 125 volts entre ponts ; le fil neutre a été tenu strictement minimum, les anciens câbles du réseau à courant alternatif ayant été conservés comme complément de ce fil neutre.

Les anciens postes de transformateurs auxquels aboutissaient le réseau secondaire aérien ont été supprimés et les fils connectés directement sur ces feeders ; ces postes ont été groupés de façon à répartir la charge uniformément sur les deux ponts.

Cette solution a permis de conserver une grande partie de l'ancien réseau et la dépense nécessitée par la transfor-



mation a été de ce fait peu importante. De plus, malgré les appréhensions que l'on avait à ce sujet, on est arrivé après quelques jours de tâtonnements à équilibrer les ponts d'une manière parfaite, les petites différences de charge sont du reste absorbées par la batterie branchée par moitié sur chacun des ponts.

La marche quotidienne de l'usine est la suivante :

Pendant les mois d'hiver, le courant n'étant fourni que pendant les heures de nuit, la batterie d'accumulateurs est mise sur le réseau. Vers 4 heures, elle assure l'éclairage en parallèle avec l'usine hydraulique qui fournit d'une façon continue pendant les heures d'éclairage de 30 à 35 kw sur le réseau. Dès que la marche est suffisante, c'est-à-dire peu avant 5 heures, une machine à vapeur est mise en marche; cette dernière unité est arrêtée vers 9 heures du soir et la batterie et l'usine hydraulique assurent de nouveau le service jusque vers 7 heures du matin, heure à laquelle l'éclairage est coupé. De cette façon on ne demande à l'usine à vapeur que le strict nécessaire pour passer la pointe, tandis que l'on utilise de la façon la plus économique possible toute l'énergie fournie par la petite chute d'eau qui a été adjointe à l'usine. La batterie est chargée par l'usine hydraulique depuis 7 heures du matin jusque vers 5 heures du soir environ.

En été, l'éclairage étant beaucoup moins intensif, de grandes économies pourront être réalisées, du fait que le service pourra être assuré avec l'usine hydraulique et la batterie seule ; on espère ainsi pendant environ cinq mois de l'année laisser au repos l'usine à vapeur et ce point a une importance capitale étant données les fluctuations si grandes et les prix si élevés du charbon depuis quelques années.

La courbe représentée figure 2 donne la marche graphique de l'usine pendant la nuit du 2 au 3 décembre 1901. Il a été fourni sur le réseau pendant cette période environ 1016 kw-h dont 457 par l'usine hydraulique, 343 par l'usine à vapeur et 216 par la batterie. Le nombre de lampes installées à Salon était à cette époque de 5336 dont 4805 payant au compteur et 532 lampes à forfait.

Si, *à priori*, la nouvelle exploitation par courant continu avec deux usines et une batterie d'accumulateurs semble plus compliquée que l'ancienne exploitation par courants alternatifs avec une seule usine, la pratique des premiers mois a néanmoins prouvé que de grandes économies seront réalisées.

Le courant alternatif à haute tension ne semble s'adapter en effet pour l'éclairage d'une ville que si le réseau est très étendu, ce qui n'était pas le cas à Salon ; de plus il a l'inconvénient d'exiger des pertes de transformation et ne possède pas l'équivalent des accumulateurs qui permettent, dans le cas actuel, d'emmagasiner pendant le jour une certaine quantité d'énergie que l'on peut débiter sur le réseau pendant les heures de forte charge.

H. H. B.

TRACTION A UNITÉS MULTIPLES

(SUITE[1].)

II. — Système Thomson-Houston

Le principe de ce système paraît avoir été de modifier aussi peu que possible les appareils de commande auxquels est habitué le conducteur de tramways, et de faire que chacune de ses manœuvres produise exactement les mêmes effets. Son appareil de commande est un combinateur analogue à celui des équipements de tramways, dont on a pu toutefois réduire encore les proportions, mais auquel on a conservé ses dispositions générales, (fig. 1) : manette de renversement de marche et manivelle principale mécaniquement enclenchées, comme dans le combinateur de tramway, afin qu'on ne puisse pas inverser le cylindre de changement de marche sans avoir préalablement ramené le cylindre régulateur au zéro, et enclenché encore de manière à permettre d'immobiliser les deux cylindres en retirant simplement la manette de renversement, beaucoup plus légère et moins encombrante que la manivelle amovible, du combinateur ordinaire de tramways.

Ce combinateur, aux différentes positions que lui donne le mécanicien, réalise dans les divers équipements la série des combinaisons usuelles. On jugera des moyens employés par l'examen de la figure 2, qui représente le schéma d'un équipement à 2 moteurs de 160 chevaux à régulateur série parallèle.

Au lieu d'effectuer directement les combinaisons usuelles des moteurs et de leurs résistances, le combinateur les réalise par l'intermédiaire d'électro-aimants auxquels il imprime à distance les mouvements voulus.

2 électros, combinés en un seul appareil appelé inverseur, préparent les induits pour la marche avant ou la marche arrière.

15 électros simples commandent les contacts effectuant l'insertion des résistances et les couplages des moteurs de traction, chaque combinaison durant aussi longtemps que le désire le mécanicien et se produisant simultanément dans tous les équipements sans exception, puisque le combinateur de mécanicien donne en même temps le courant à tous les circuits d'électros, reliés en dérivation sur les fils du train, que l'unique combinateur en service met tour à tour en communication avec la ligne.

Les combinateurs des autres postes de commande sont montés en dérivation, de même que le premier, et isolés de la ligne quand il le faut par l'interrupteur à fusible *a*, (fig. 2).

Les courants primaires des électros, figure 2, sont donc tous empruntés aux sabots de contact de la voiture de tête, et passent tous par le combinateur de commande en

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 mars 1902, p. 102.

service. Il suffit de 2,5 ampères à 550 volts au maximum, pour la commande de chaque équipement à 2 moteurs de 160 chevaux type Manhattan. Encore cette intensité est-elle réduite à 1,5 ampère, aux positions de marche régulière, c'est-à-dire série et parallèle sans résistances.

Le courant secondaire des électros ou courant de traction est emprunté par chaque voiture à ses propres frotteurs, et le circuit principal de chaque voiture est absolument local (voy. fig. 2, le circuit principal, représenté en traits gras pour le distinguer du circuit de commande).

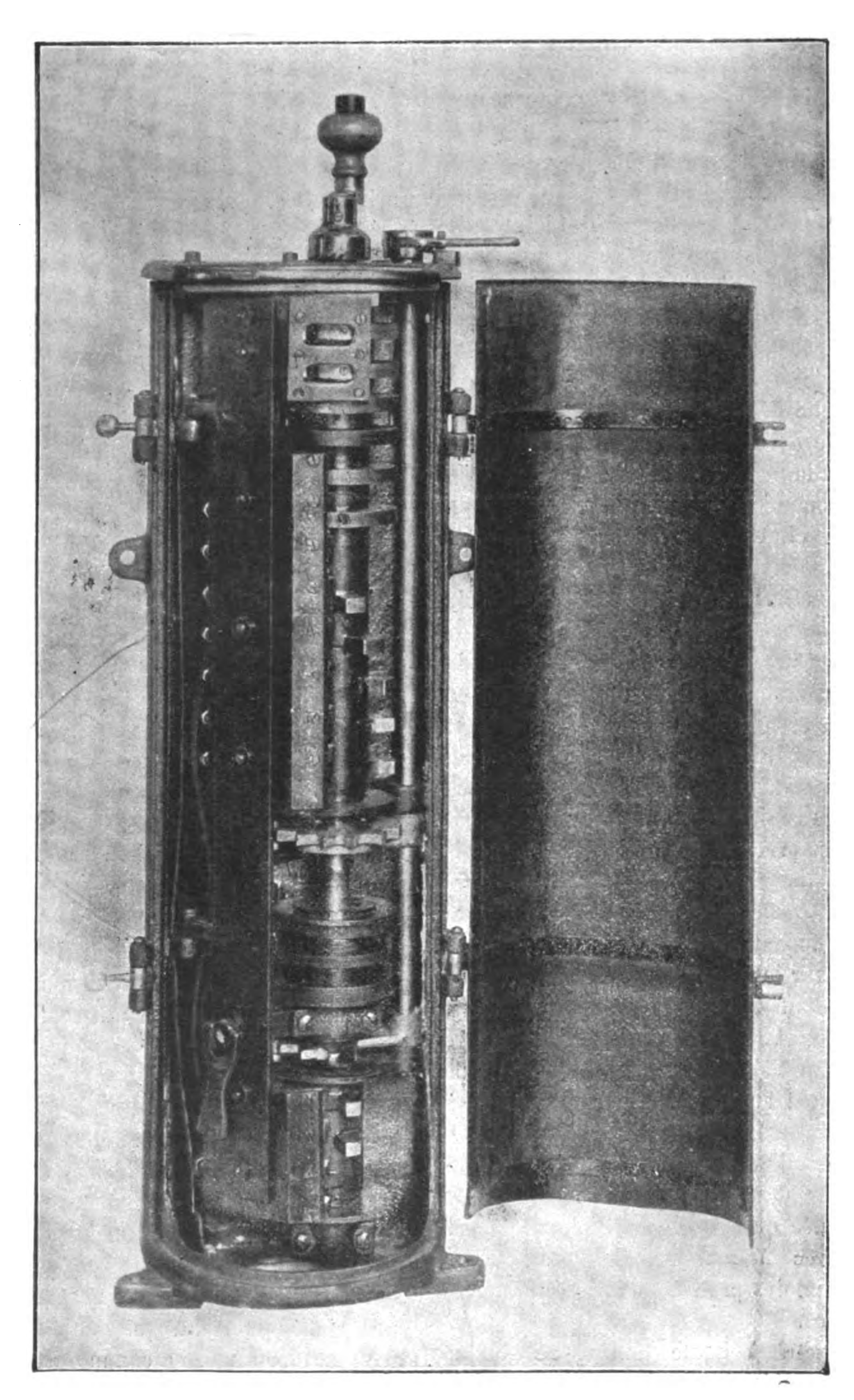


Fig. 1. — Vue intérieure du combinateur principal.

Nous allons revenir en détail sur chacun des éléments entrant dans la composition des équipements à 2 moteurs du Manhattan Elevated de New-York, et décrire ensuite rapidement les équipements à 4 moteurs des chemins de fer de l'Ouest.

Équipements du Manhattan Elevated de New-York. — I. *Automotrices.* — Nous n'insisterons pas en ce moment sur les données de construction du type de moteur,

dérivé du type bien connu GE55, et désigné par le symbole GE66. Sa puissance nominale, d'après la pratique américaine, est de 160 chevaux ; son poids approximatif est de 2 tonnes, engrenages compris.

Chaque automotrice comporte 2 de ces moteurs, combinés entre eux et avec les 7 résistances représentées au schéma 2, (R_1 à R_7), au moyen de l'inverseur I et des 13 contacts à commande électro-magnétique numérotés de 1 à 13 dans la figure 2.

Inverseur. — L'inverseur de chaque automotrice a pour fonction d'inverser simultanément les induits A_1—AA_1, A_2—AA_2 des deux moteurs de la voiture. Un tel inverseur opère généralement par déplacement de contacts convenablement montés sur un cylindre mobile en face de frotteurs fixes A_1,R_7,AA_1,F_1, AA_2,C,A_2,F_2, entre lesquels ces segments conducteurs établissent les connexions voulues.

Ici on a donné une forme un peu différente et très réduite à l'inverseur I. On peut la voir représentée figure 3. La pièce mobile portant les contacts peut basculer dans un sens ou l'autre et déterminer la marche dans l'un ou l'autre sens suivant la position donnée par le mécanicien à la manivelle du cylindre inverseur de son

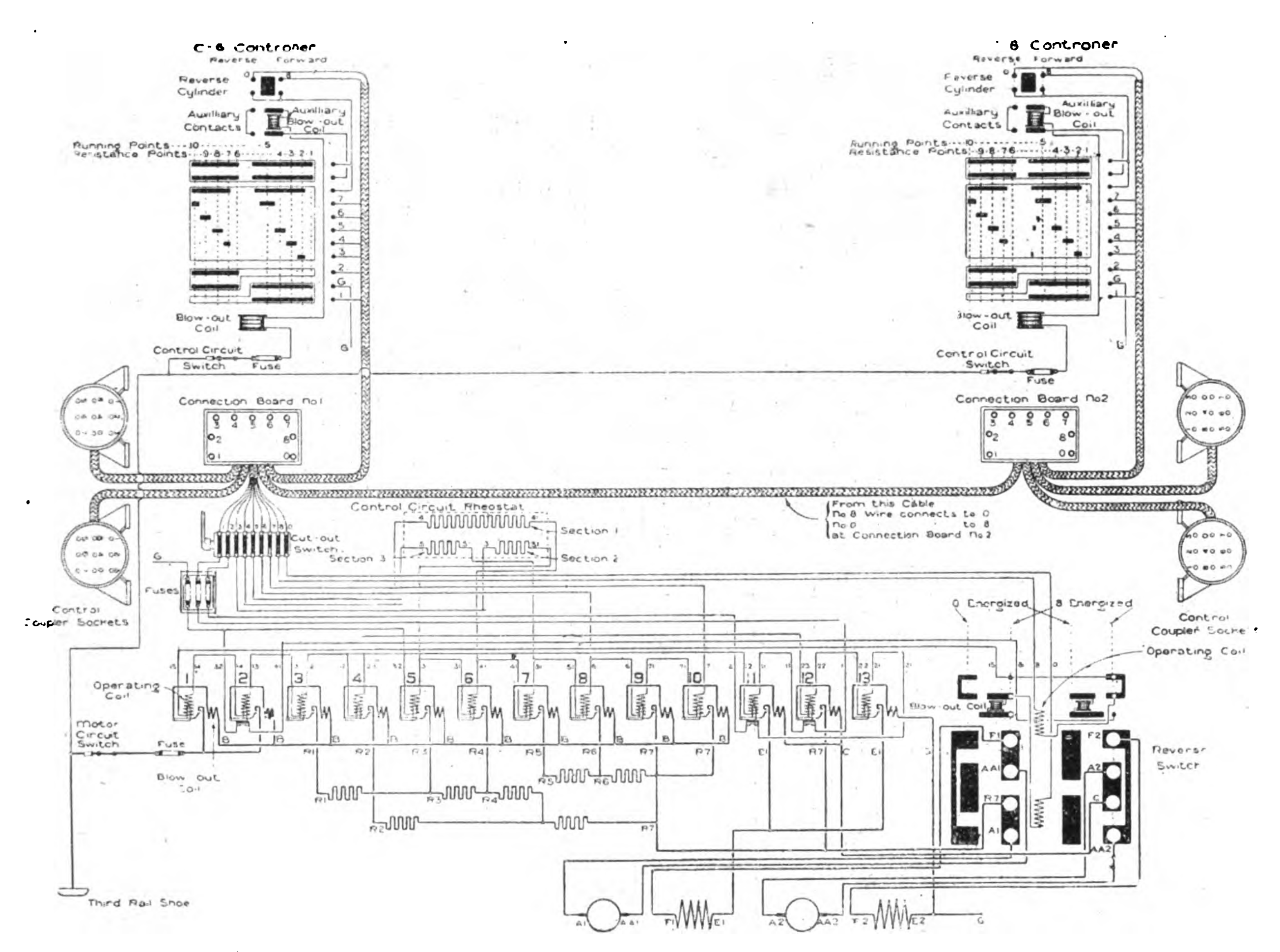


Fig. 2. — Equipement des automotrices du Manhattan de New-York. (Les traits fins sont réservés aux circuits et appareils de commande, les traits gras au circuit des moteurs.)

G, terre. — I, inverseur de marche. — Électros 1 à 13. Contacts à commande électromagnétique pour régulation série parallèle des 2 moteurs A_1 E_1, A_2 E_2. — B, interrupteur principal. — D, fusible ou disjoncteur principal. — A_1-AA_1, induits des moteurs. — F_1 E_1-F_2 E_2, inducteurs des moteurs. — *a*, interrupteur à fusible du circuit de commande. — *b*, interrupteur de sectionnement du circuit de commande. — *d*, fusibles du circuit de commande.

combinateur. En se reportant à celui-ci, figure 2, on voit qu'il peut donner le courant au fil 0 ou au fil 8 ; à l'un correspondra la marche avant, à l'autre la marche arrière. Quand ce sera le fil 8, l'inverseur prendra automatiquement la position donnée dans la figure 2. Quand ce sera le fil 0 la position opposée. Le courant passera alors par les contacts supérieurs du cylindre principal du mécanicien, par l'inverseur et le fil 8 ; il traverse la bobine supérieure de l'inverseur (schéma 2), et gagne, par le contact *e* et le fil 15, l'entrée du groupe d'électros de commande des contacts 1 à 13, qui peuvent rester alimentés aussi longtemps que le mécanicien maintient le courant au fil 8, et que l'inverseur se maintient dans la position correspondante, qui est celle de la figure.

Supposons que le mécanicien veuille changer le sens de la marche : il ne pourra le faire qu'après avoir coupé

préalablement tout courant de commande et par suite tout courant moteur. Car un enclenchement mécanique entre le cylindre inverseur et le cylindre principal de son appareil empêche toute inversion du premier, avant le

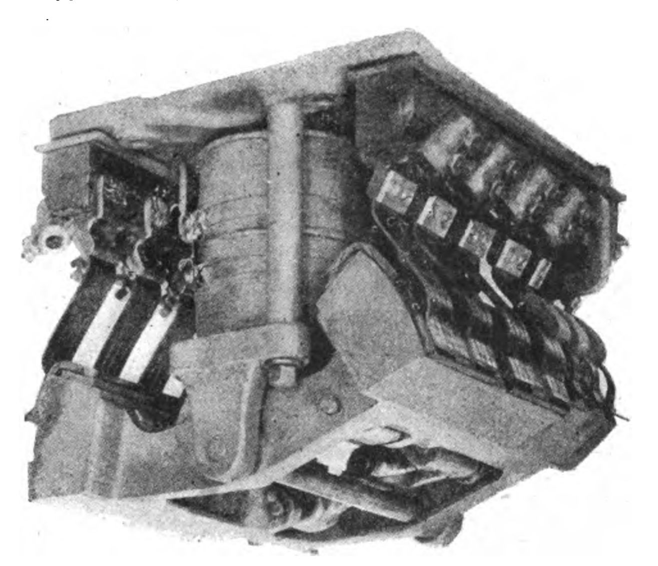


Fig. 3. — Inverseur.

retour au 0 du second. Il faut d'ailleurs observer que le courant des deux bobines de l'inverseur ne peut trouver son passage à la terre que par le fil 15 et les électros 1, 2, etc., ou par le contact *f*, le fil 81, et le contact auxiliaire placé sous l'électro 2. C'est le premier qui représente le parcours normal du courant en dehors de oute manœuvre d'inverseur; c'est par le second que s'effectue la mise en place de l'inverseur dans l'une ou l'autre position, par l'une ou l'autre de ses bobines de commande. Aussi les contacts auxiliaires *e*,*f*, *e'*,*f'*, de l'inverseur sont-ils disposés de manière que ce second circuit soit automatiquement préparé aux contacts *f* pour la bobine qui aura à effectuer le changement de marche, quand le mécanicien le voudra, l'autre demeurant fermé aux contacts *e*, pour la bobine agissante, aussi longtemps qu'on ne fait aucun changement de marche, c'est-à-dire aussi longtemps que le mécanicien laisse le courant au fil 8 (fig. 2). On voit qu'alors la bobine inactive 0 a son contact tout préparé vers la terre, à laquelle le fil 81 et le contact auxiliaire de relais 2 la relieront dès que le courant dans ce relais cessera. Le circuit de cette bobine par lequel s'effectuera le changement de marche, est ouvert par ce contact auxiliaire du côté terre et par le cylindre inverseur du mécanicien du côté du troisième rail.

Un changement de marche comportant l'interruption préalable du courant, ainsi que nous l'avons vu, le contact auxiliaire 2 ferme le circuit à la terre; dès que le mécanicien met au côté rail le fil 0 (fig. 2), la bobine 0 est portée à sa pleine excitation, et fait basculer l'inverseur, qui coupe le courant en *f'*, pour l'établir en *é*, affaibli, dans la bobine 0 par l'insertion des électros 1, 2, etc...

Au cas où l'inverseur resterait bloqué dans la position opposée, on voit que les électros 1, 2_1 etc., ne pourraient recevoir de courant, ni par la bobine 0, interrompue en *e'*, ni par la bobine 8, demeurée en circuit, mais séparée du rail d'alimentation au combinateur de tête du train, seul en fonctionnement. On voit donc que l'automotrice ne recevrait aucun courant primaire ni secondaire et se comporterait comme une simple voiture de remorque, ses moteurs n'opposant aucune résistance à la marche du train; on s'en apercevrait, d'après la faiblesse des accélérations prises et d'après les lectures des appareils, et il serait facile d'y remédier.

Il convient d'ailleurs de faire remarquer incidemment, d'une façon absolument générale, que la vérification et l'essai des équipements, ou la localisation des défauts ou dérangements qui pourraient se produire, sont grandement facilités par la nature même du système, parce qu'on en peut diviser le fonctionnement en un certain nombre de manœuvres élémentaires, à chacune desquelles correspond le jeu d'un ou de plusieurs appareils dont on peut étudier le fonctionnement séparé.

Relais de résistance et de couplage. — Simples contacts à commande électro-magnétique, ces relais comportent chacun une bobine et une armature mobile formant partie d'un circuit magnétique convenablement constitué. L'armature porte un contact mobile qui vient adhérer au

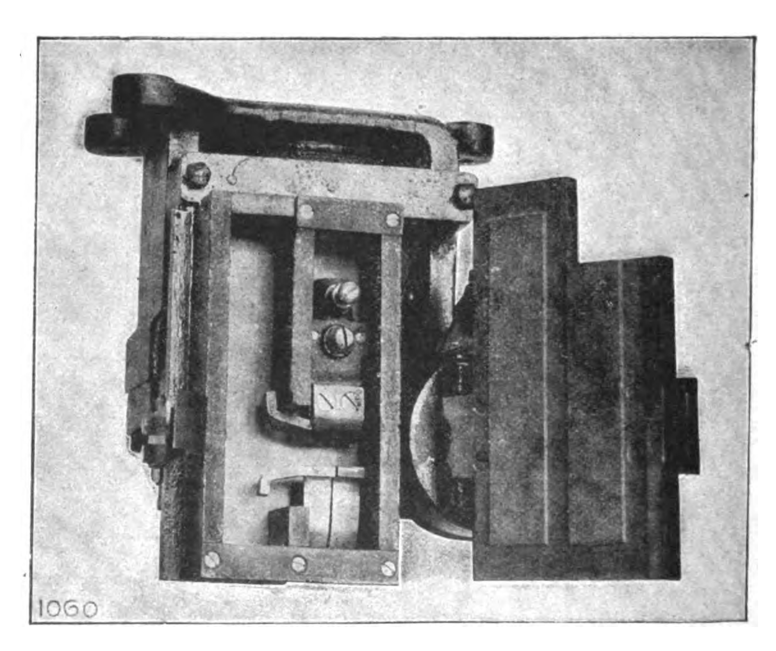


Fig. 4. — Interrupteur électromagnétique.

contact semblable, mais fixe, placé au-dessus de lui, dès que la bobine reçoit le courant du combinateur[1]. La

[1] L'adhérence est d'autant plus parfaite que les constructeurs ont très ingénieusement donné au contact inférieur un mouvement de

pesanteur provoque l'interruption dès que ce courant cesse : la forme des contacts de rupture et le soufflage magnétique, assuré par une bobine formée de quelques spires en série et visible latéralement sur la figure, sont réalisés de manière à éviter toute altération des contacts. On sait qu'il est impossible de donner une forme aussi favorable aux contacts de rupture d'un combinateur ordinaire pour courants d'égale intensité, et de lui assurer un soufflage aussi énergique.

A l'avantage d'un meilleur fonctionnement se joint aussi celui d'un moins coûteux entretien, les interrupteurs étant interchangeables dans leur tout et dans leurs parties.

Trois des interrupteurs diffèrent par l'addition de contacts auxiliaires très simples : l'électro 2 porte un contact auxiliaire interrompant le circuit de l'inverseur du côté terre. Les relais 11, 12 et 13, étant consacrés aux couplages respectifs des moteurs en série et parallèle, on a rendu impossible toute simultanéité accidentelle de fonctionnement, par le contact auxiliaire de 12 coupant le circuit du relais 11 et le contact auxiliaire 11 coupant le circuit du relais 12.

Établies pour la tension maxima de 600 volts, les bobines fonctionnent de manière encore satisfaisante à 300.

Le poids total des appareils de commande ne dépasse pas 1 tonne.

Nous n'insisterons pas davantage sur les accessoires indispensables à l'équipement d'une automotrice de ce système : on en reconnaîtra la simplicité d'après la figure 2.

L'interrupteur de sectionnement b permet d'isoler du circuit général de commande du train tous les appareils d'une voiture.

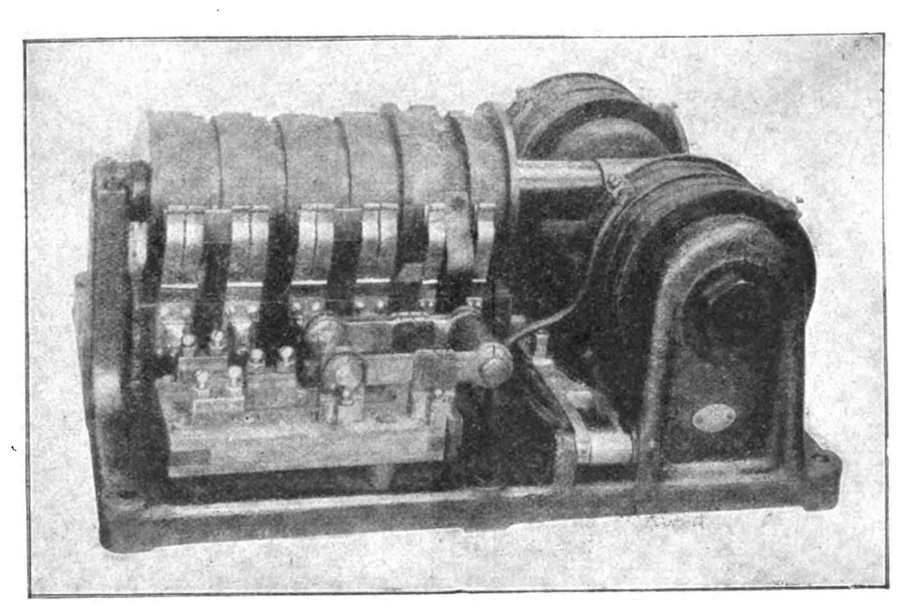


Fig. 5. — Interrupteur-inverseur.

Les *fusibles a* protègent les fils sur lesquels pourraient se produire des court-circuits pour raison de non-fonctionnement d'un quelconque des appareils.

L'interrupteur a, muni de fusibles, commande et protège chaque circuit local du combinateur, il reste ouvert en cours de marche à tous les postes de commande moins un, et isole du circuit de commande tous les combinateurs moins celui dont le mécanicien se sert pour commander la marche du train : le *circuit de commande* se réduit donc au câble à plusieurs conducteurs qui règne dans toute la longueur du train, et à une multiple dérivation sur chacune des voitures automotrices. Les particularités de ce circuit de commande seront signalées à propos des remorques : on a parfois reproché au système à unités motrices multiples l'existence d'un câble électrique sur les voitures de remorque : mais il suffit de faire constater la simplicité et l'innocuité de ce câble pour réfuter l'objection qu'on a prétendu faire au système.

Faisons remarquer encore, dans l'équipement de chaque automotrice, la présence de frotteurs du système à trolley ou à troisième rail, alimentant son circuit principal indépendamment des autres. Les résistances R_1 à R_7 de la figure 2 sont analogues aux résistances des voitures de tramways.

On remarquera aussi sur le circuit de commande un panneau de connexion à chaque extrémité de l'automotrice, ce panneau n'est pas indispensable : on aurait pu s'en passer et se contenter d'épissures comme sur les voitures ordinaires, mais il facilite grandement la réunion des différents circuits et leur sectionnement si besoin est.

Remorques. — Pour être incorporées dans un train à

frottement le long du premier, qui entretient le bon état des surfaces et rend toute intervention de corps étrangers, poussières, etc., et absolument impossible.

unités multiples, les voitures de remorque doivent donner passage au courant de commande envoyé par le combinateur de tête aux différents relais des automotrices qui suivent. Il suffit d'un câble réunissant les neuf conducteurs très fins constituant le circuit de commande ; des sections de ce câble sont représentées en traits hachurés, figure 2, allant de chacun des combinateurs à chacun des tableaux de connexion et des coupleurs.

Un tronçon de câble analogue permet le passage du circuit de commande à travers chacune des automotrices, et celles-ci sont reliées aux voitures qui les précèdent et qui les suivent au moyen de tronçons de câble terminés par des coupleurs. On peut se contenter d'un coupleur multiple à chaque extrémité des voitures, la partie femelle du coupleur étant fixée à la voiture, et la partie mâle au câble de connexion, amovible. La figure 2 représente deux coupleurs femelles à chaque extrémité de la voiture, puisqu'il a été convenu pour l'installation du Manhattan de New-York

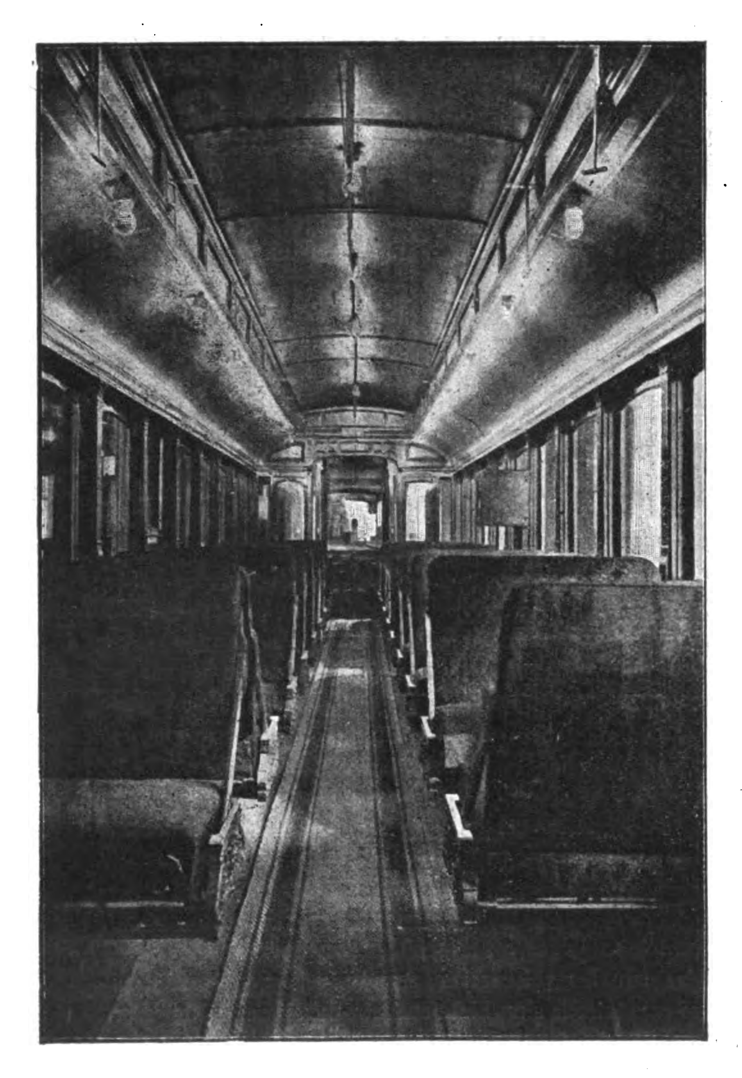



Fig. 6. — Vue intérieure d'une voiture.

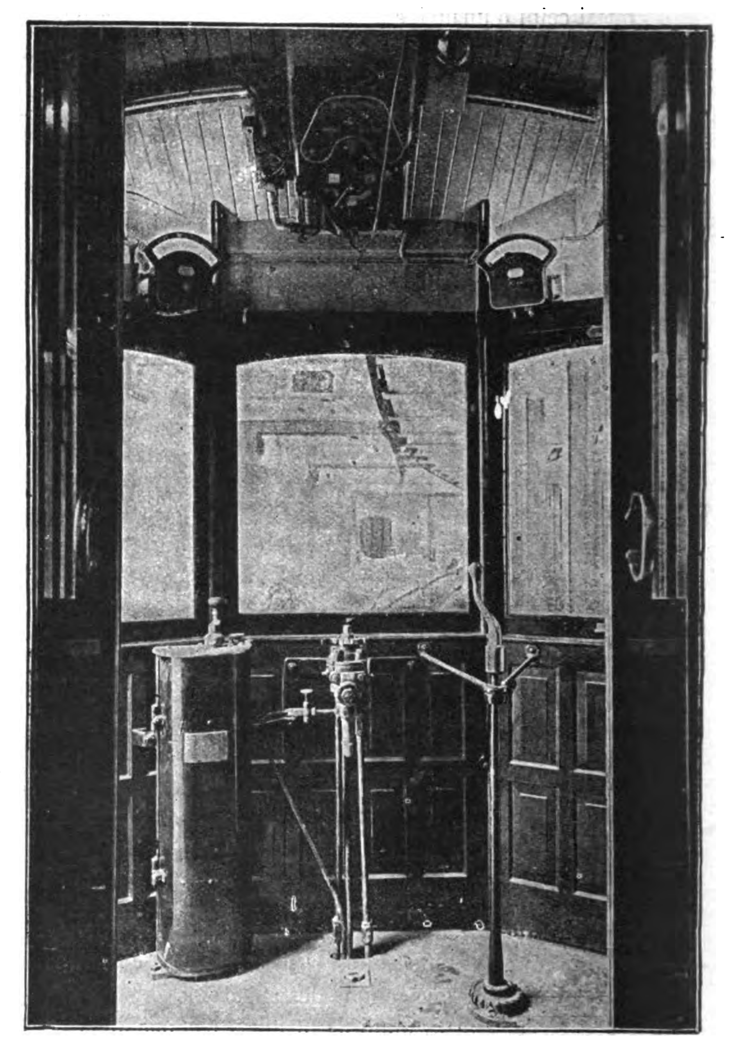


Fig. 7. Poste de commande.

de laisser affecté à chaque extrémité de la voiture un câble de connexion qui n'en soit jamais retiré et qui ne donne jamais lieu à d'inutiles recherches : à l'extrémité libre de la dernière voiture le câble de connexion est simplement inséré entre les deux coupleurs femelles de cette extrémité. Ces coupleurs sont construits de façon à offrir une très grande sécurité et à n'occasionner aucune rupture possible.

En résumé, le caractère distinctif du système Thomson-Houston est qu'il reproduit une à une toutes les manœuvres du mécanicien, qui doit conduire son train comme il conduirait une voiture de tramway, modifiant au besoin l'accélération suivant les circonstances, s'élevant, en cas de besoin, bien au-dessus des limites habituelles d'intensité, conservant à tout moment le contrôle et la direction absolue du train, connaissant la position de chacun des relais, d'après la position de son combinateur, etc. L'épreuve du bon fonctionnement de ce système a été faite sur un train de deux voitures équipé par la Compagnie française Thomson-Houston au chemin de fer d'Orléans. Ces deux voitures ont également fonctionné sur la ligne électrique Invalides-Versailles de la Compa-



Fig. 8. — Interrupteurs sous la caisse de la voiture.

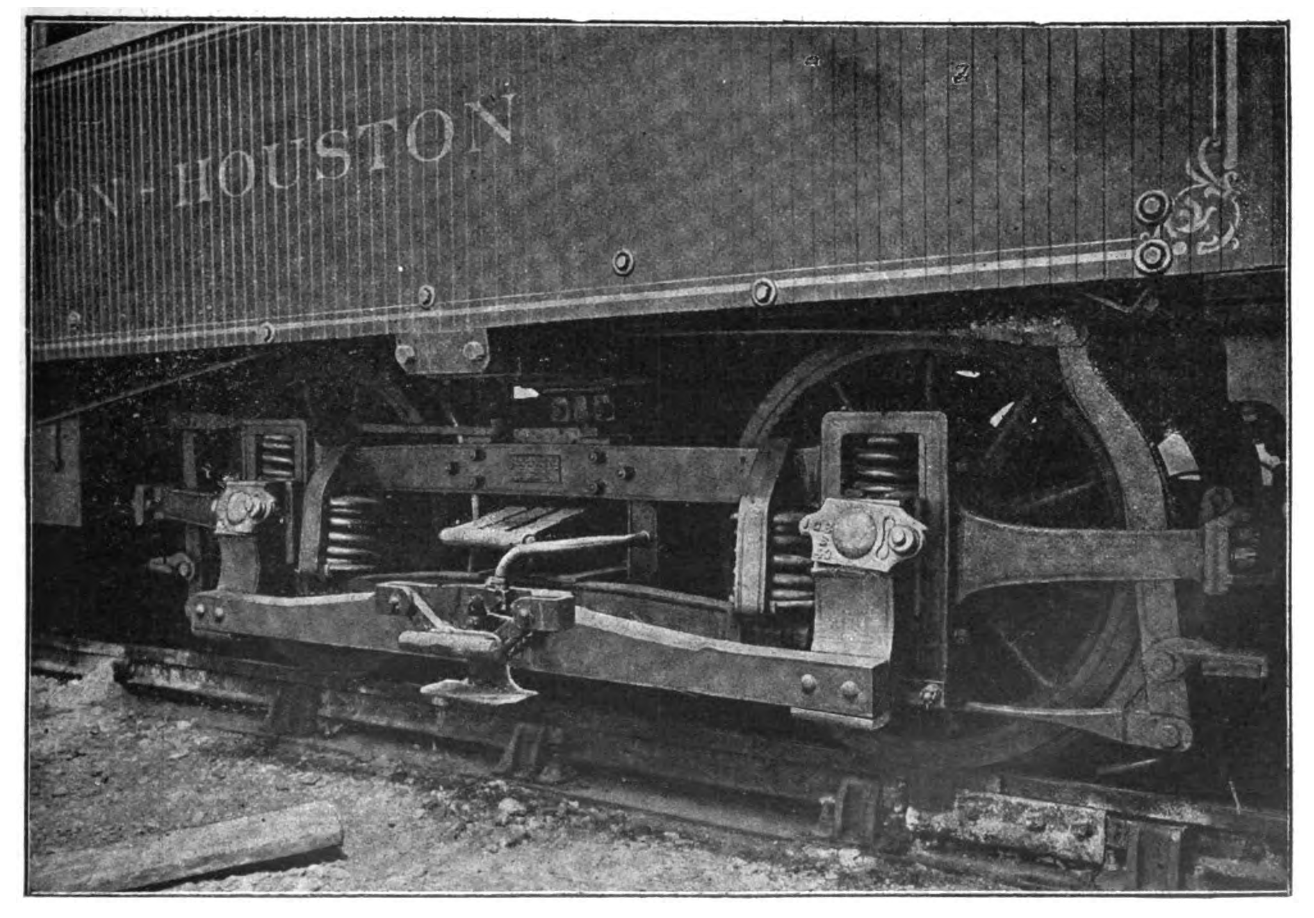


Fig. 9. — Truck et sabot de prise de courant.

gnie des chemins de fer de l'Ouest, et cette Compagnie a équipé depuis un train semblable, mais composé de 9 voitures, de 2 automotrices à 4 moteurs et 7 remorques.

Les équipements du premier train Thomson-Houston ayant fonctionné aux chemins de fer d'Orléans et de l'Ouest, diffèrent peu de ceux que nous venons de décrire ; on pourra juger des uns et des autres d'après les quelques photographies que nous en donnons ci-contre.

La principale différence réside dans l'emploi de 4 moteurs par voiture au lieu de 2 moteurs seulement : chaque automotrice donne ainsi un poids adhérent égal à son poids total.

Les moteurs, du modèle GE 51, ont une puissance de 80 chevaux sous 500 volts : divisés en deux groupes de 2 moteurs constamment associés en parallèle, ils sont mis successivement en série et en parallèle par groupes de 2, et le fonctionnement des appareils de commande et des relais est exactement le même que dans les équipements du Manhattan. Chaque groupe de 2 moteurs prend la même intensité de courant qu'un moteur unique du

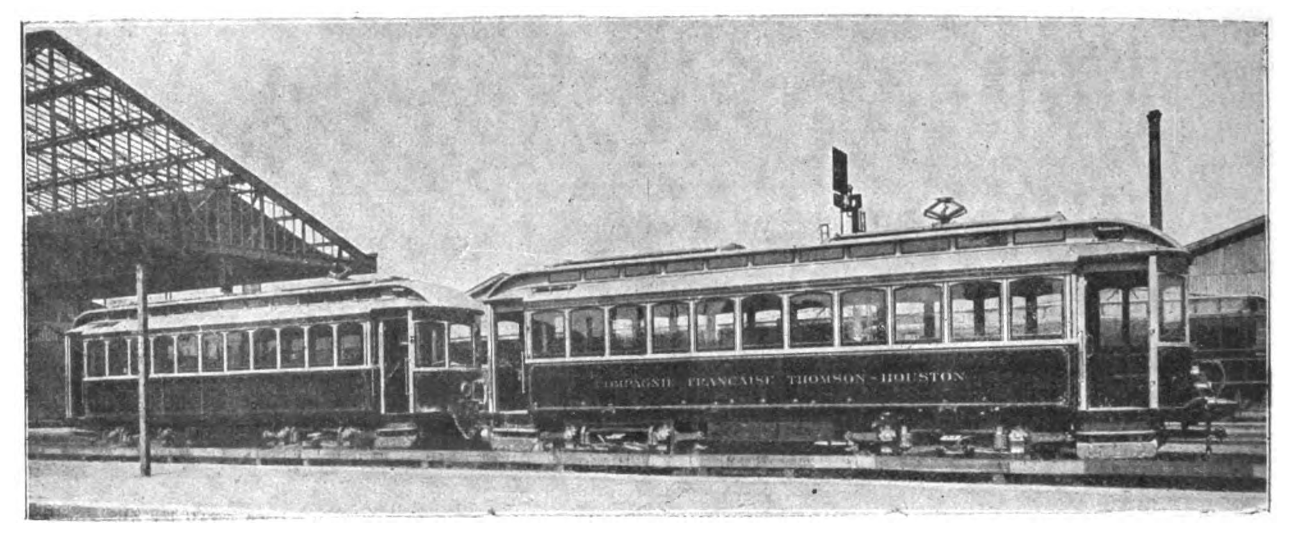


Fig. 10. — Train de deux voitures Thomson-Houston.

Manhattan, mais l'inverseur est différent, et représenté figure 5. Les deux bobines de commande agissent sur une bielle déplaçant dans un sens ou dans l'autre le cylindre qui porte les contacts principaux et secondaires. Sur la base de cet inverseur sont montés, ainsi qu'on le voit, les interrupteurs permettant d'isoler un moteur en cas d'avaries.

La figure 6 représente l'intérieur d'une voiture. La figure 7, la vue d'un poste de commande ; on y reconnaîtra le contrôleur et la commande du frein à air et du frein à main, le disjoncteur protégeant les circuits de la voiture, le voltmètre et l'ampèremètre aidant au contrôle de la marche ; l'encombrement de tous ces appareils est très faible, ainsi qu'on le voit, et permet de réduire la plateforme aux dimensions d'une plateforme de tramway.

La figure 8 représente une vue des relais électro-magnétiques ouverts : montés latéralement sous la caisse de la voiture, ils sont d'accès facile et peuvent être visités et remplacés en quelques instants. La figure 9 représente une vue latérale des trucks et de la prise de courant : c'est un frotteur ordinaire de troisième rail qui alimente les moteurs et le circuit de commande.

En raison des multiples interruptions de la voie électrique, et pour maintenir l'alimentation de toutes les voitures du train, on a relié dans ces équipements les différents frotteurs de troisième rail des voitures, mais ces précautions n'étaient nullement indispensables,

Dans un train constitué comme l'était celui dont nous venons de parler, et dont la figure 10 représente la vue d'ensemble, les voitures motrices doivent exercer des efforts identiques, et, par conséquent, il n'existe dans le train ni effort de traction, ni effort de compression. Si le jeu des appareils de commande présentait quelques imperfections, il en résulterait des efforts entre les voitures ; c'est ce qui n'a jamais eu lieu en pratique, et on a souvent fonctionné dans les conditions exceptionnelles suivantes : supprimant tout attelage mécanique entre les voitures qui, reliées par leurs seuls coupleurs électriques, ont maintenu leur distance sans aucune traction sur ces coupleurs.

P. L.

SUR LE POINT D'ARRÊT

DE LA

DÉCHARGE DES ACCUMULATEURS

Lorsqu'on décharge une batterie pour déterminer sa capacité en quantité ou en énergie, on est souvent très embarrassé pour définir exactement le point qui correspond à la fin de la décharge, aussi se contente-t-on de le fixer arbitrairement. Ce point présente cependant une

grande importance lorsqu'il s'agit de comparer des batteries de tensions différentes ou pour comparer les décharges d'une même batterie à différents régimes. Il est évidemment injuste d'arrêter toujours la décharge d'un accumulateur à 1,8 volt, si le régime de décharge varie, ou si une décharge est faite à courant constant et une autre décharge est faite sur une résistance extérieure constante. Les régimes de décharge les plus élevés doivent correspondre aux plus basses différences de potentiel aux bornes en fin de décharge, mais la question se pose alors de déterminer ces tensions en fonction du régime, et de fixer équitablement ces relations lorsqu'on veut comparer la même batterie à des régimes différents, diverses batteries entre elles au même régime, ou différentes batteries à différents régimes.

M. Carl Hering, dans une récente communication à l'*American Institute of Electrical Engineers* vient de donner une élégante solution du problème.

Considérons le cas d'une batterie à décharger à potentiel constant, et soit, figure 1, la courbe de la différence

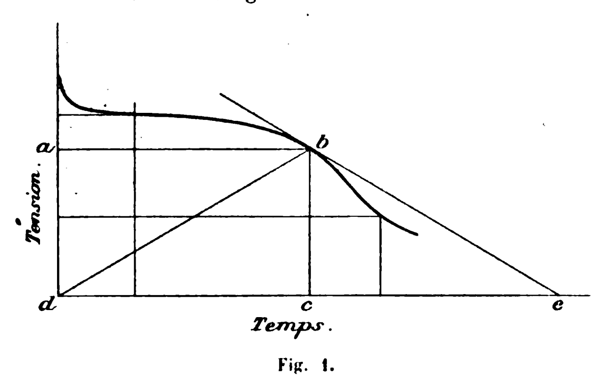


Fig. 1.

de potentiel utile de la batterie débitant un courant constant. Si on trace les rectangles *a b c d* dont le point *b* est limité par la courbe de la différence de potentiel pendant la décharge, on constate que la surface de ces rectangles, nulle au début, lorsque le point *b* est sur l'axe des *y*, va en augmentant, passe par un maximum et décroît ensuite. Ce point correspond donc à un maximum d'énergie disponible. Au delà de ce point, la tension tombe si brusquement que l'énergie totale disponible diminue, la tension au-dessous de ce point devenant inutilisable. On peut donc considérer la décharge comme terminée en ce point.

Pour le déterminer sur la courbe, il suffit de mener une tangente telle que $ce = cd$. La tension en ce point donnera celle pour laquelle on pourra, à un régime donné, tirer le maximum d'énergie utile. Le point d'arrêt de la décharge se trouve donc déterminé d'une façon très précise par une construction géométrique simple.

Cette solution, bien qu'elle ne s'applique qu'aux circuits à potentiel constant, peut permettre de comparer différentes batteries entre elles, puisque le point d'arrêt est défini d'une façon précise pour chacune d'elles, et non plus arbitrairement.

Mais une solution bien meilleure consiste à décharger la batterie à *puissance utile constante*. Cette solution a l'avantage de déterminer un point d'arrêt de la décharge pendant l'expérience même, sans aucun calcul ultérieur.

On règle la décharge de la batterie pour une puissance donnée et on agit sur la résistance de façon à conserver cette puissance constante. Vers la fin de la décharge, la tension tombe rapidement, le courant doit donc être augmenté rapidement, ce qui produit une nouvelle chute de la différence de potentiel, ce qui exige un nouvel accroissement du courant, et l'on atteint ainsi très rapidement un point fixe, défini, tel que l'intensité du courant n'est plus suffisante pour fournir la puissance voulue. La décharge se trouve ainsi arrêtée en un point parfaitement déterminé. La décharge à puissance utile constante semble rationnelle pour les applications à la force motrice, pour les automobiles et les tramways, par exemple, mais pour une bonne batterie, la décharge sera, pour la plus grande partie, peu différente de celle fournie à courant constant. La différence ne sera marquée que très peu de temps avant la fin.

Le réglage est un peu plus difficile que dans le cas d'un courant constant, mais on peut le faciliter en dressant un tableau à l'avance, donnant les valeurs de *I* en fonction

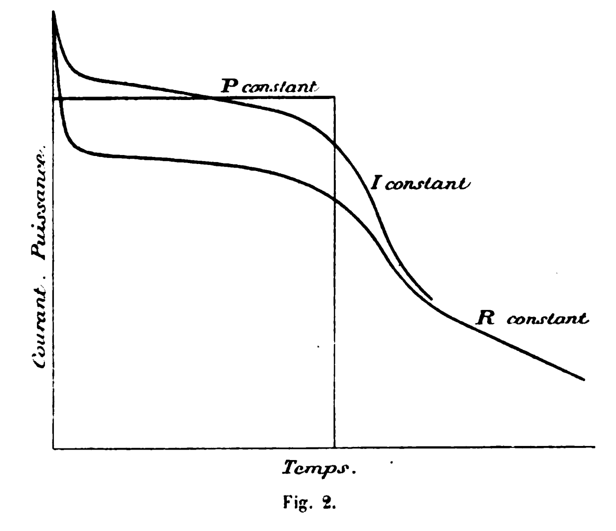


Fig. 2.

de *U* pour une puissance donnée, ou en employant un wattmètre.

La figure 2 montre les courbes fournies par une même batterie par les trois méthodes de la résistance constante, du courant constant ou de la puissance utile constante. Les deux premières courbes indiquent combien il serait difficile de fixer avec précision le point auquel il convient d'arrêter la décharge, tandis que pour une puissance constante, la courbe devient un rectangle bien défini, ne laissant aucune hésitation à l'expérimentateur, puisqu'elle s'arrête d'elle-même.

La figure 3 montre comment varient, dans la décharge à puissance utile constante, le courant et la différence de potentiel. On voit avec quelle rapidité le courant varie, en fin de décharge, pour maintenir la puissance constante lorsque la différence de potentiel utile baisse.

La méthode indiquée par M. Carl Hering nous paraît ingénieuse et précise, mais elle nous semble devoir soule-

ver une grave objection pratique. Par son principe même, elle oblige à augmenter le courant lorsque la tension baisse et à forcer considérablement le régime en fin de décharge. (Comment se comportera un accumulateur

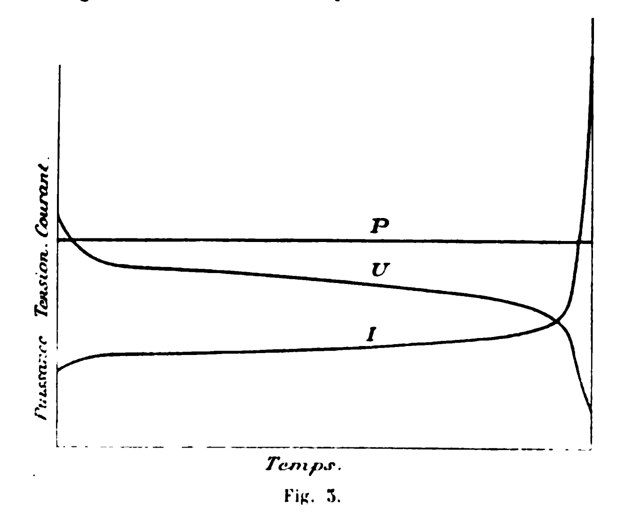


Fig. 3.

placé dans ces conditions si défavorables à sa conservation? Ne va-t-on pas hâter ainsi sa détérioration? C'est à l'expérience qu'il appartient de répondre, et nous souhaitons bien vivement qu'elle réduise notre objection à néant, car nous disposerions alors du criterium certain qui a fait défaut jusqu'ici pour fixer avec précision le point d'arrêt de la décharge d'un accumulateur. É. H.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Une grande installation de pompes électriques. — MM. Trust Scott et Mountain de Newcastle on Tyne ont récemment terminé une installation de pompes électriques pour la *South Durham Coal C°*, installation qui est une des plus grandes de ce genre en Angleterre. Elle comprend une machine horizontale à double effet, avec un cylindre à haute pression de 47 cm de diamètre et un cylindre à basse pression de 76 cm, la course est de 110 cm, et la vitesse angulaire de 80 tours par minute, les machines peuvent donner 440 chevaux indiqués, avec une pression de vapeur de 7 kg par cm². On emploie cette machine pour actionner les pompes installées depuis peu et elle a une puissance suffisante pour actionner un troisième groupe de pompes qu'on se propose de placer à un niveau de 180 m, et aussi les dynamos pour actionner les machines qui coupent le charbon. La machine actionne au moyen de courroies de coton une dynamo multipolaire, avec enroulement en compound, qui donne 220 kw sous 500 volts à circuit ouvert, ou 550 volts à pleine charge lorsqu'elle marche à une vitesse de 400 tours par minute. On amène le courant à un puits situé à 800 m de la dynamo par des conducteurs aériens consistant en quatre câbles, dont chacun est composé de 19 fils, supportés sur des poteaux avec des isolateurs. A ce point on le transmet jusqu'en bas du puits par des câbles bien isolés et couverts de rubans d'acier, jusqu'à la salle de pompes; chaque câble a une longueur de 136 m. Dans la salle des pompes, il y a deux groupes de pompes à triple effet de cette maison, avec des pistons de 28 cm en diamètre et une course de 46 cm. Chaque pompe élève 1900 litres par minute, ou collectivement 3800 litres à une hauteur de près de 120 m, lorsqu'elles fonctionnent à une vitesse de 27 à 28 tours par minute. Les deux moteurs sont du type à quatre pôles de MM. Scott et Mountain, et chacun est capable de développer 120 chevaux, et à une vitesse de 450 tours par minute. Ces moteurs actionnent les pompes par des câbles en coton; et on dit que cette méthode de commande évite les chocs sur l'armature du moteur. L'installation a maintenant été exploitée pendant deux mois, et à la suite des essais on est arrivé aux résultats suivants. Une chaudière 920 cm de longueur et 210 cm de diamètre, du type Lancashire, fournissait la vapeur avec facilité aux machines quand les deux groupes de pompes fonctionnaient à leur plus grand débit, la consommation de charbon fut de 410 kg par heure (ce charbon étant de qualité ordinaire). Les pompes élevaient 540 litres d'eau à une hauteur de près de 136 m, par kg de charbon brûlé dans les chaudières. La porportion entre la production électrique actuelle aux bornes de la dynamo, et la vraie puissance donnée par les pompes fut 77,4 pour 100.

Le rendement des moteurs fut de 91 pour 100. Le rendement des pompes, c'est-à-dire la différence entre la puissance fournie aux moteurs électriques et la puissance produite, fut de 85 pour 100.

Ce rendement élevé des pompes est dû, sans doute, à leur faible vitesse, et aussi à l'emploi de la transmission électrique; mais quoique ce rendement soit bien grand on a cru qu'on pouvait obtenir un rendement encore plus élevé avec de plus grandes chutes.

Le chemin de fer électrique du City and South London. — Il y a quelques jours qu'il y eut un arrêt sur ce chemin de fer qui dura quatre heures.

Un câble, qui reliait une dynamo au tableau de distribution à la station centrale, fit un court-circuit; il prit feu, et les flammes montèrent derrière le tableau, de sorte qu'il devint nécessaire d'arrêter le courant, et de jeter de l'eau. L'accident même ne dura pas plus de cinq minutes, mais naturellement le temps de sécher et d'essayer, de réarranger l'installation fut assez long. L'incendie ne se serait pas étendu si loin, si l'enveloppe du câble n'avait pas été inflammable.

Cet accident est à remarquer après la thèse de M. Clothor lue devant l'Institut des ingénieurs électriciens, qui traita du danger des tableaux avec les connections au moyen de câbles, et le rapport de M. Trotter sur l'incendie du chemin de fer aérien à Liverpool, ce dernier accident regrettable nous fait voir la nécessité de câbles isolés avec des matières non combustibles.

L'électricité dans les mines. — Jusqu'à présent peu de mines anglaises ont extrait le charbon au moyen des machines électriques. Mais maintenant les directeurs commencent à en apprécier les avantages, et comme les machines elles-mêmes ont été beaucoup perfectionnées dans ces dernières années, l'emploi de l'électricité dans les mines est maintenant bien la mode, on fera beaucoup d'affaires avec les extracteurs électriques de charbon.

La perforatrice Hurd maintenant fabriquée par MM. Mavor et Coulson de Glasgow est très solide et pratique. On a étudié chaque détail en considérant les conditions actuelles d'exploitation, de sorte que les machines peuvent fonctionner efficacement et sûrement sans attention et résister aux épreuves et aux difficultés qu'on trouve toujours dans les mines de charbon.

La machine est disposée avec des perforateurs à l'extrémité d'une barre. On a pu formuler plusieurs arguments contre l'emploi d'une barre. On aurait dit que la barre se serait rompue très fréquemment, mais on trouve en pratique que les barres ne se rompent pas même après plusieurs années. Les diagrammes pris sur une machine avec une barre représentent presque une ligne droite, mais ceux pris sur une machine avec un disque offrent de brusques variations.

Les tramways du Conseil municipal de Wolverhampton. — Le rapport de l'ingénieur-conseil nommé par le Conseil municipal de Wolverhampton pour donner son avis sur le système Lorain de contact à surface dans cette ville, contient plusieurs détails intéressants.

Sa conclusion générale est favorable au système; cependant après un essai de trente jours seulement, il ne veut pas prédire son succès ultérieur. Il regarde même douze mois comme un délai trop court pour une investigation complète de la praticabilité de tout système de contact superficiel.

Dans le rapport il donne plusieurs détails des contacts en charbon. Le poids de l'armature est 0,08 kg, d'où on déduit que l'effort actuel de levage est 169 pour 100 plus élevé de celui qui est nécessaire pour supporter l'armature. Cette attraction excessive assure que l'armature se lève avec la rapidité nécessaire pour rendre le plot actif jusqu'au moment où le frotteur collecteur arrive dessus. Des expériences il résulte qu'il n'y a absolument aucune friction entre les parties mobiles et stationnaires pouvant causer une détérioration, et il se sent justifié en disant qu'il n'y a pas même possibilité que le charbon inférieur reste en contact avec le charbon supérieur après que le tramway est passé. Quant à l'effet du trafic des rues sur les boites, on a fait passer pour l'essai un cylindre à vapeur au-dessus d'une partie de la voie, et un examen approfondi a montré qu'elle ne présentait aucune détérioration ou fêlure. Le courant moyen qui passe par la terre s'élève à environ 0,01 ampère pour la longueur de 1,4 km de la voie expérimentale; il en résulte que la perte sur 18,2 km, la longueur du système Wolverhampton, serait de près de 0,13 ampère, ce qui représente sous 500 volts une perte constante de 650 watts seulement sur le système entier.

Le rapport de l'ingénieur-électricien municipal, après l'essai de trente jours est aussi en faveur de l'extension du système Lorain sur tous les tramways de Wolverhampton. Il découle de ce rapport que pendant cette période, pas moins de 49 392 voyageurs furent transportés sur la petite longueur de voie en opération, les recettes étant de 5 300 fr.

Les kilomètres parcourus furent de 4298, les recettes par kilomètre 75 centimes, le nombre de voyages (courses) doubles 2364, le nombre de voyages perdus 110, et la proportion de voyages perdus 4,5 pour 100. Plus de 42 de ces voyages perdus furent dus à la nécessité de ramener les voitures au dépôt pour des réparations et pour l'ajustement de frotteurs de collection, pour l'attelage des freins, etc. On a perdu 51 courses parce que les rails furent couverts de neige, et on n'y employa pas du sel; on en perdit 17 pour causes diverses, tel qu'un pavé défectueux. Pendant les trente jours on a essayé chaque boite tous les jours pour voir s'il n'y avait aucune tension électrique sur la lame supérieure après que les voitures eurent passées au-dessus, mais dans chaque cas on trouva les boites tout à fait mortes avec l'exception de deux, où on découvrit une toute petite tension d'un peu moins d'un volt. La conséquence du temps pluvieux précédant Noël fut que quelques-unes des boîtes furent inondées avant qu'elles furent scellées, et comme résultat, lorsqu'on donna le courant pour la première fois sur le système, on trouva que sept boîtes étaient portées à des tensions qui variaient de 1 à 100 volts.

La difficulté principale qui est arrivée au moment de l'exploitation de la ligne a été que dans certains endroits les voitures ont fréquemment perdu le contact, et on attribue cela principalement au fait que les frotteurs de collection sur les voitures deviennent courbés et qu'ils ne font plus un bon contact.

Dans les conditions actuelles la durée d'un glisseur est donnée comme seulement entre 480 et 640 km de parcours, et en conséquence le coût de ces renouvellements est une affaire assez sérieuse, s'élevant peut-être à 3,1 centimes par km.

L'ingénieur termine son rapport en affirmant que le Conseil municipal est bien inspiré en n'autorisant pas les contractants à procéder encore à l'équipement du reste de la voie.

Des automobiles électriques à la réception royale. — Pour la première fois dans les annales des fêtes de la Cour, on a employé des chics « broughams » électriques pour conduire les invités à la première réception du roi Édouard VII. C'est caractéristique de ce siècle, et il n'y a aucun doute qu'on emploiera ces voitures électriques à toutes les réceptions futures. Aussi long que soit l'arrêt, cette voiture peut partir tout de suite, et elle n'use aucune énergie lorsqu'elle attend.

La plupart de ces voitures employées pour le grand

monde sont chauffées et éclairées électriquement, et leur intérieur est plus confortablement arrangé que la majorité des attelages.

On ne pouvait pas présenter un témoignage plus fort quant à la mise en pratique de la voiture électrique pour exploitation constante et sérieuse en ville, que celui présenté par l'exploitation heureuse de trois landaulets électriques fournis au Carlton Hotel par la *City and Suburban Electric Carriage C°* il y a quelques mois.

On a employé régulièrement ces voitures tous les jours depuis qu'on les a inaugurées, et elles sont devenues de plus en plus populaires parmi les voyageurs de l'hôtel.

Les propriétaires du Carlton Hotel ont récemment passé avec cette même Compagnie une commande pour six landaulets du même type, et ceux-ci seront livrés et prêts pour leur usage pour la semaine des courses à Ascot.

Ces voitures seront utilisées pour conduire les visiteurs aux courses, et comme la distance de Londres atteint près de 50 km, on peut facilement faire ce voyage avec une seule charge. L'assemblée à Ascot cette année sera probablement la plus brillante qu'il y ait jamais eu, et la demande pour des places dans les landaulets électriques sera grande. C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 1er avril 1902.

Dispositif d'électroscope atmosphérique enregistreur. — Note de M. G. Le Cadet, présentée par M. Mascart. — A l'occasion de mesures électriques que j'ai l'intention, d'accord avec M. Janssen, d'exécuter cet été au sommet du mont Blanc, j'ai cherché : 1° à réaliser un collecteur d'électricité qui soit soustrait aux difficultés qu'offre, dans cette station élevée et pour une observation de longue durée, l'emploi soit d'un écoulement d'eau, soit d'une flamme, soit d'une mèche; 2° à obtenir l'enregistrement continu des indications de l'électroscope transportable d'Exner qui m'a servi, dans mes ascensions en ballon libre, pour déterminer la variation du champ électrique avec la hauteur.

Collecteur d'électricité. — D'après le rapprochement fait par MM. Elster et Geitel [1] entre les actions, sur l'air et les gaz en général, de la flamme, du phosphore et des rayons de Röntgen ou de Becquerel, j'ai songé à employer une substance radioactive à l'extrémité d'un conducteur isolé en communication avec l'électroscope. Le dispositif auquel je me suis arrêté après maints essais, avec les conseils de M. P. Curie, et au moyen duquel les courbes présentées ont été obtenues, consiste en chlorure de baryum et de radium étendu et non agglutiné dans une enveloppe en clinquant d'aluminium hermétiquement close suivant un rectangle de 5 cm $\times$ 1,5 cm et portée à l'extrémité d'une tige de laiton de 2 m de longueur isolée sur un disque de soufre tourné et poli.

Ainsi enfermé dans une enveloppe aussi transparente que possible aux rayons de Becquerel, la substance radifère a fonctionné par le vent et la pluie sans rien perdre de son action comme collecteur. Les courbes de variations obtenues par ce procédé avec l'électroscope enregistreur sont constamment (du moins dans les limites des indications de cet instrument, soit : 50 à 250 volts) comparables dans leurs détails à celles qui ont été fournies simultanément à l'Observatoire de Lyon par l'électromètre Mascart relié à un collecteur à écoulement d'eau dont l'extrémité était au même niveau à 1^m,50 de distance horizontale. Lorsque le potentiel devient négatif, pendant la pluie par exemple, l'électroscope idiostatique fournit une courbe encore comparable à celle de l'électromètre, mais de même sens qu'une variation positive, après avoir toutefois marqué la déviation minimum correspondant au zéro.

Dispositif d'enregistrement. — Le dispositif enregistreur que j'ai adopté consiste à recevoir sur un tambour photographique horizontal, à travers une fente très fine, l'image, sombre et agrandie par un objectif, des feuilles d'aluminium de l'électroscope éclairé par derrière au moyen d'un faisceau à peu près parallèle de lumière faible. La difficulté d'enregistrement résidait dans l'extrême minceur des feuilles. L'artifice consiste à donner une légère inclinaison à la boîte de l'électroscope par rapport à l'axe optique de l'appareil, ou à obtenir un léger froissement de l'extrémité inférieure des feuilles qui se projettent ainsi, au niveau de la fente, avec évidemment moins de netteté, mais sous une épaisseur reconnue nécessaire à l'obtention d'une image pendant le temps minimum de pose que l'on doit pratiquement réaliser. A son intersection avec la fente, l'image projetée de l'électroscope fournit à chaque instant trois points représentant l'image fixe de la lame axiale et, de part et d'autre, l'image mobile de chacune des deux feuilles. L'écart linéaire des deux images mobiles donne la mesure de la déviation, qu'une graduation enregistrée permet d'exprimer en volts. Cette graduation s'opère en faisant plonger le collecteur dans un vase cylindrique conducteur isolé et porté, au moyen d'une pile, à des potentiels déterminés. On peut, dans un appareil fixe ou suspendu sans oscillations, reporter toute la netteté sur l'image d'une seule feuille et, dans les mêmes conditions, on pourrait enregistrer les déviations de la feuille unique d'un électroscope hétérostatique.

Dans l'appareil que j'ai établi [1] et qui mesure 0,60 m de la source lumineuse à la fente, une petite lampe Pigeon fournit une image des petites variations, à travers une fente de 0,2 mm, sur un papier de sensibilité déterminée (papier d'agrandissement B de Lumière) se déplaçant de

[1] Elster et Geitel, *Ueber die Existenz electrischer Zonen in der Atmosphäre. Terrestrial magnetism and atmospheric electricity*, 1899, vol. IV, p. 213.

[1] Je remercie vivement mes amis A. et L. Lumière, qui ont mis les ressources de leurs laboratoires à ma disposition et m'ont aidé de leur grande expérience.



15 mm par heure et posant par conséquent la surface de la fente pendant 48 secondes. Ce temps est, pour les potentiels moyens, celui de la mise en équilibre de l'électroscope muni de son collecteur.

La boîte de l'électroscope est portée sur un pied à l'extrémité d'un cône-abri qui l'enveloppe en partie sans la toucher et qui est relié à l'enveloppe du tambour photographique. De cette façon, l'instrument fonctionne sans inconvénient dans une chambre claire; la boîte de l'électroscope peut être portée sur un pied isolant et reliée à un second collecteur pour la mesure des différences de potentiel entre deux points de l'atmosphère.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 mars 1902

Sur la stéréoscopie et le relief des ombres, par M. Guilloz. — M. Guilloz étudie la façon dont on voit les ombres en radiographie stéréoscopique. Il applique au point de vue expérimental le principe ordinaire; des œillères sont découvertes pour chaque œil en même temps que le tube dont il doit voir l'effet est excité. M. Guilloz montre alors que, si les deux anticathodes sont à la même distance l'une de l'autre que les deux yeux de l'observateur, et si chaque œil est découvert en même temps qu'on excite le tube placé de son côté, on voit une image en relief exactement symétrique de l'objet qui porte ombre, si l'écran est normal aux lignes qui joignent chaque œil au tube correspondant. En déplaçant un double décimètre dans cette image virtuelle, on peut prendre des mesures exactes, comme on peut mesurer un objet en regardant son image dans une glace demi-argentée, en même temps qu'on déplace un double décimètre dans l'image virtuelle. On juge parfaitement de la coïncidence des points de l'image avec ceux du double décimètre quand on a une bonne vision binoculaire. Quand des erreurs se produisent, c'est que la vision binoculaire est troublée. M. Guilloz indique quelques-unes des illusions que l'on observe dans ce cas.

Il réalise une expérience de démonstration en portant deux ombres d'un même objet au moyen d'une lampe rouge et d'une verte, et en armant les yeux respectivement des verres convenables pour qu'ils voient seulement l'ombre qui leur convient.

Les résultats sont absolument conformes à ceux que donne la radiographie stéréoscopique.

On peut aussi monter l'expérience croisée en laissant voir à chaque œil l'ombre portée par la source en diagonale. Dans ce cas on restitue une image ayant un relief dans le même sens que celle qu'on regarde, mais avec des déformations angulaires.

M. Guilloz décrit ensuite les dispositifs qu'il a employés pour exciter les tubes. Le plus remarquable est celui d'un tube à deux électrodes planes en chrome, qui donnent bien des rayons X un peu moins bons que le platine, mais qui peuvent fonctionner à la fois comme cathode sans s'évaporer, et comme anticathode sans fondre.

Au sujet de la Communication précédente, M. P. Villard fait connaître deux solutions qu'il a imaginées du problème de l'ampoule stéréoradioscopique :

1° L'ampoule est construite comme à l'ordinaire, sauf que l'anticathode présente une assez grande longueur dans la direction perpendiculaire au plan de symétrie de l'ampoule. Au moyen du *redresseur cathodique* antérieurement décrit, on envoie dans l'appareil les décharges redressées du transformateur à haute tension (*Journal de Physique*, janvier 1901) ou d'une bobine de Ruhmkorff alimentée par un courant alternatif et munie d'un interrupteur rompant le courant sur toutes les alternances. Un petit électro-aimant alternatif placé au voisinage de l'ampoule dévie les faisceaux cathodiques alternativement à droite et à gauche du plan de symétrie et détermine ainsi sur l'anticathode deux foyers alternants de rayons X. La vision se fait au travers d'un stroboscope synchrone. Ce dispositif, qui peut d'ailleurs s'employer avec une source électrique continue, assure l'égalité constante des deux foyers d'émission, permet d'en faire varier l'écartement dans la mesure nécessaire[1], et l'on a l'avantage de pouvoir employer une anticathode en platine iridié comme dans les ampoules ordinaires. On peut également, tout en conservant le même principe, constituer l'anticathode par deux lames disposées en échelons. Une déviation très faible des faisceaux suffit pour que les foyers alternants se forment chacun sur un échelon, et la dispersion cathodique est ainsi considérablement réduite.

2° Les décharges alternatives obtenues comme précédemment sont dirigées dans une ampoule munie de deux cathodes opposées entre lesquelles est une anticathode double sur laquelle se forment les deux foyers alternants (que l'on peut rapprocher ou écarter légèrement au moyen de deux demi-bagues aimantées placées derrière les cathodes). Cette disposition serait toutefois insuffisante : l'anticathode n'étant pas anode noircit l'ampoule, et la production des rayons est médiocre. On y remédie par l'addition d'une électrode supplémentaire *que l'on relie au pôle négatif d'une source électrique auxiliaire* telle qu'une machine statique ou une dérivation prise sur le transformateur par l'intermédiaire d'un des condensateurs et d'un redresseur. Le pôle positif de cette deuxième source est relié à l'anticathode. Dans ces conditions, les deux sources électriques se mettent d'elles-mêmes en série, phénomène qui n'est peut-être pas sans intérêt au point de vue théorique, la production des rayons X augmente notablement, et le noircissement de l'ampoule est évité.

L'éclairage électrique par lampes à incandescence à filaments de carbone et le système éco-

[1] Cet écartement est toujours inférieur à la distance des yeux (65 mm), l'ampoule étant plus près de l'objet qu'on ne se placerait pour le regarder directement.



nomiseur Weissmann-Wydts, par M. G. Weissmann. — Le rendement lumineux des filaments de 100 à 200 volts généralement utilisés sur les réseaux de distribution d'énergie est inférieur de beaucoup au maximum absolu de rendement lumineux que l'on peut tirer des filaments en carbone. Dans les limites des intensités lumineuses courantes, 5, 10 et 16 bougies, ces filaments de 100 à 200 volts sont extrêmement fins; le diamètre du filament de la lampe de 100 volts 5 bougies est même le minimum de diamètre que l'on puisse atteindre, puisque les lampes de 100 volts inférieures à 5 bougies sont irréalisables.

Or il existe une relation bien marquée entre le rendement lumineux et le diamètre des filaments.

En prenant pour type la courbe de variation d'intensité lumineuse avec la durée d'une lampe déterminée, celle des lampes de 110 volts 16 bougies fonctionnant sur courant de distribution par exemple, on n'obtient une courbe sensiblement identique avec les lampes d'intensité lumineuse inférieure qu'en les faisant fonctionner pour la lampe de 110 volts 10 bougies à 4 watts par bougie pour la lampe de 110 volts 5 bougies à 5 watts par bougie.

La même courbe s'obtient au contraire pour les lampes d'intensité supérieure avec une consommation bien moindre :

3	watts seulement	pour la lampe de	110 volts	32 bougies.
2,5	—	—	110	— 50	—
1,8 watt à 2	—	—	110	— 100	—

Ces chiffres font ressortir très nettement que pour une tension définie, 110 volts par exemple, le rendement lumineux le plus grand correspond au filament établi pour l'intensité lumineuse la plus élevée, c'est-à-dire au filament le plus gros.

M. Weissmann explique comme suit la cause de la différence de rendement entre les filaments fins et les filaments gros dont le diamètre ne dépasse pas l'épaisseur limite du rayonnement du carbone.

Les filaments rayonnant, ainsi qu'il est acquis, par leur masse, leur rendement ne dépend que de leur température moyenne. Or ce qui limite le degré d'incandescence d'un filament, c'est uniquement sa température extérieure, puisque c'est à l'extérieur seulement que peut se produire la désagrégation, siège du bombardement moléculaire. Mais à égalité de température extérieure, c'est-à-dire à égalité de risques de désagrégation, la température moyenne des filaments fins est approximativement égale à celle de la périphérie : la température moyenne des filaments gros est, au contraire, d'autant plus élevée que le diamètre est plus gros, la température croissant elle-même du bord au centre du filament. Il rappelle aussi que le volant de chaleur que présentent les filaments gros donne à ceux-ci une supériorité sur les filaments fins.

Le système économiseur imaginé par M. Weissmann en collaboration avec M. Blondel doit être envisagé comme un système permettant de se servir, sur les réseaux de distribution et quelle que soit la tension de distribution, de filaments gros, c'est-à-dire à rendement élevé pour les lampes d'intensité lumineuse courante.

Il consiste à interposer entre *chaque* groupe de lampes et l'interrupteur d'allumage qui commande directement ce groupe un tout petit transformateur qui abaisse la tension de distribution au degré voulu, l'interrupteur étant disposé sur le primaire du transformateur de manière à retirer celui-ci en circuit en même temps que les lampes. La tension de distribution étant abaissée, on peut ainsi substituer, par exemple, à des lampes de 110 volts 10 bougies à filaments fins consommant 4 watts par bougie des lampes de 10 bougies, de 22 volts, dont le filament est le cinquième du filament de 110 volts 50 bougies et ne consommant comme celui-ci que 2,5 watts par bougie au lieu de 4 watts.

On peut aussi, par ce système, employer des lampes dont le filament est, par exemple, le cinquième d'un filament de 110 volts 5 bougies, c'est-à-dire de 22 volts *une bougie*, alors que les lampes de 110 volts inférieures à 5 bougies sont irréalisables. M. Weissmann reviendra ultérieurement sur la question des petits transformateurs qu'il a établis tout spécialement par ce système et qui, quoique de dimensions très réduites, $10 \times 10 \times 5$ à 6 cm, ont un excellent rendement variant de 91 à 97 pour 100 pour des puissances de 30 à 300 watts seulement.

Il fait observer que ce système ne peut produire de décalage, attendu que les petits transformateurs employés travaillent toujours à pleine charge et se sont retirés du circuit en même temps que les lampes qu'ils desservent.

Plusieurs milliers de lampes sont déjà installées à Paris sur le principe de ce système et donnent depuis huit mois déjà d'excellents résultats.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 9 avril 1902.

La séance est ouverte à 8h35m sous la présidence de M. Hillairet.

Après l'approbation du rapport de la Commission des comptes, montrant que l'état financier de la Société est des plus prospères, et après la présentation de nouveaux membres, l'ordre du jour appelle la communication de M. Guilbert, sur **l'Étude des régulateurs.**

M. Guilbert rappelle que l'on facilite considérablement le fonctionnement des alternateurs en parallèle en imposant des chutes de vitesse aux moteurs à vapeur qui les conduisent. N'y aurait-il pas moyen d'imposer ces variations aux régulateurs? Telle est la question qui s'est posée tout d'abord. L'écart de réglage toléré au régulateur facilite en effet la marche en parallèle, mais il nécessite un dispositif spécial pour maintenir la fréquence constante. Plusieurs procédés ont été employés dans ce but : 1° on manœuvre un contre-poids mobile sur le régulateur, soit à la main, soit à distance au moyen

d'une transmission électrique; 2° on agit sur la valve d'arrivée de la vapeur aux cylindres (secteur de la Rive gauche); 3° adjonction d'un compensateur analogue au système Denis.

Les deux premiers procédés n'étant pas toujours suffisants, M. Picou a proposé de shunter par un petit tuyau la vanne d'arrivée de vapeur.

M. Guilbert examine ensuite la question des oscillations des régulateurs; il fait remarquer qu'il est de toute nécessité que la période d'oscillation propre du régulateur ne soit pas la même que celle du volant afin d'éviter les effets de résonance désastreux pour la marche en parallèle.

Pour amortir les oscillations, un simple frein à huile est suffisant si elles sont de courte période. Les oscillations plus longues nécessitent un frein puissant, mais alors la sensibilité du régulateur diminuera. On a tenté d'arriver à un bon résultat en munissant le piston amortisseur de deux soupapes réglées pour une certaine pression.

Examinant le cas des machines à expansion multiple, M. Guilbert montre que dans ces moteurs l'action du régulateur ne peut se faire sentir qu'après la détente complète de la vapeur. Cette diminution de la rapidité d'action favorise les oscillations du régulateur.

Des oscillations à longue période peuvent également prendre naissance par suite d'un balancement entre deux alternateurs couplés en parallèle ou dans un seul actionné par deux moteurs à vapeur.

M. Guilbert, en terminant montre comment doit se faire la régulation, dans une usine contenant plusieurs alternateurs; la solution proposée récemment, qui consiste à n'avoir qu'un seul régulateur sur une seule machine, paraît bien hasardeuse; il pense qu'il vaut mieux conserver à chaque machine son régulateur.

M. le Président remercie M. Guilbert et ses collaborateurs et donne la parole à M. Weiss au sujet d'un **Nouveau système d'ampèremètre et de voltmètre indépendants de leur aimant permanent.**

On se représente l'aimant permanent, dit M. Weiss, comme quelque chose de très capricieux; il est en effet hors de doute qu'il présente dans les appareils de mesure de graves inconvénients.

Dans les premiers voltmètres et ampèremètres, du système Deprez en particulier, une bobine traversée par le courant tend à contrarier la force attractive d'un aimant sur une palette de fer doux. Le champ produit par la bobine étant sensiblement du même ordre de grandeur que celui des aimants, ceux-ci tendent à s'affaiblir avec le fonctionnement et l'appareil ne tarde pas à avancer.

Avec les cadres mobiles au contraire, l'action antagoniste de la bobine est faible, vu le petit nombre d'ampère-tours qu'elle présente; l'affaiblissement des aimants, qui s'il n'est pas dû à cette cause se produit avec le temps, diminue la sensibilité de ces instruments qui retardent.

Combinons ces deux appareils; pour cela fixons sur un cadre mobile, une petite palette de fer doux que l'on suppose assez mince pour être saturée; on conçoit que l'on puisse, dans une certaine mesure, rendre les indications d'un tel instrument indépendantes de l'aimant permanent. Tel est le principe des voltmètres et ampèremètres de M. Weiss. La solution à laquelle il s'est arrêté, consiste à prendre un aimant en forme de tore avec une seule coupure parallèle, contenant l'équipage. La bobine mobile contient une palette de fer doux calée à 30° avec l'enroulement.

Dans les appareils genre Weston, on arrive à rendre la déviation proportionnelle par des artifices de construction et un entrefer bien réglé. Le galvanomètre compensé permet au contraire d'arriver sans difficulté au même résultat.

Les voltmètres de M. Weiss consomment 1,5 watt pour la déviation maxima, le cadre mobile et la résistance additionnelle sont enroulés avec un fil de manganine insensible à la température. De 18° à 40° on n'a aucune variation de ce fait. Les ampèremètres ont tous une résistance commune de 1 ohm pour leur cadre mobile, ils ne diffèrent que par la valeur du shunt que contient l'appareil.

Le pivotage étant un des points délicats de l'instrument, on a monté les bobines sur une carcasse en aluminium afin d'éviter la fatigue des axes.

M. le Président remercie M. Weiss et donne la parole à M. Arnoux.

M. Arnoux formule une critique sur les appareils de M. Weiss; il demande si la palette de fer doux qui se déplace dans le champ ne donne pas de l'hystérésis à l'appareil.

M. Weiss répond que: 1° les variations cycliques se font sous de fortes inductions alors que les deux branches de la courbe se touchent presque et 2° que les oscillations de l'équipage dans le champ tendent à annuler l'erreur.

L'ordre du jour étant épuisé, M. le Président communique le résultat du scrutin :

Sont nommés: *Président* (pour l'Exercice 1903-1904), M. Hospitalier; *Vice-présidents*, MM. Brillouin et Desroziers; *Trésorier*, M. Violet; *Secrétaires*, MM. Bourguignon et Durand.

M. Hillairet, président sortant, dans une allocution interrompue par de fréquents applaudissements, expose la gestion des affaires de la Société. En terminant il invite M. Harlé à prendre place au fauteuil présidentiel. M. Harlé remercie la Société et souhaite de mériter à son tour les éloges et les sympathies qu'emporte M. Hillairet. La séance est levée à 10h45m.

L'expérience montre du reste que l'hystérésis, dans les conditions les plus défavorables, altère la valeur des indications de moins de 1 pour 100. A. S.



BIBLIOGRAPHIE

BOUQUET DE SCIENCE

SCIENTIA. — Cryoscopie, par Raoult. — **Franges d'interférence**, par J. Macé de Lépinay. — **La géométrie non euclidienne**, par Barbarin. — **Le phénomène de Kerr**, par Néculcéa. — **Théorie de la lune**, par Andoyer. — **Géométrographie**, par Lemoine. — *C. Naud*, éditeur, Paris, 1901-1902. (Chaque fascicule, 2 fr.)

Le *Scientia Naudica*, comme diraient les botanistes, est évidemment une plante printanière, à en juger par l'éclosion subite et simultanée des variétés 13 à 18 ci-dessus, portant presque toutes la date de « février 1902 ». — Nous disons « presque toutes »; l'une d'elles, en effet, la *Cryoscopie*, datée d' « octobre 1901 », est, à tous égards, une fleur automnale, retardée jusqu'ici : c'est l'œuvre posthume d'un des plus remarquables et des plus modestes savants (l'un va encore avec l'autre) que nous ayons eus, amoureusement cultivée et amenée à épanouissement par un de ses fervents admirateurs et élèves, M. Lespieau.

Au milieu de ce véritable bouquet de fleurs scientifiques, cet échantillon est d'ailleurs un des rares qui intéresse directement nos lecteurs spéciaux, pour un grand nombre desquels il sera une véritable révélation. Ils y verront notamment comment, dans ses tout premiers travaux sur les éléments voltaïques, Raoult communiquait, dès 1859, à l'Académie des Sciences des procédés d'investigation et des résultats basés sur une application, aujourd'hui classique, mais alors bien neuve, des propriétés des circuits dérivés; — comment vers la même époque il arrivait, par un ensemble de mesures très soignées, à des déterminations électrolytiques et thermochimiques d'une exactitude aussi voisine que possible de celle obtenue de nos jours; — comment enfin, précurseur d'Helmholtz, Raoult, par la mesure directe et la comparaison des chaleurs voltaïque et chimique de différentes piles, arriva à conclure à l'inégalité, en général, de ces deux chaleurs. — Mais ce ne sont là que des préambules au point de vue qui nous occupe, et c'est surtout par l'étude cryoscopique des électrolytes et des non-électrolytes que ce fascicule éveille l'attention des électriciens.

Un autre l'appelle également; c'est l'étude du phénomène de la *double réfraction électrique* ou *phénomène de Kerr*; nous le leur signalons.

Quant aux autres, ce n'est pas seulement à titre de courtoisie envers un aimable éditeur qui nous les a adressés que nous les mentionnons ici. Il nous est particulièrement agréable, en ce siècle pratique (par euphémisme), cupide et vénal (en réalité), d'avoir à saluer dans l'ensemble de « Scientia » une œuvre, ou, pour mieux dire, une publication d'ordre éminemment élevé tant comme valeur intrinsèque que comme principe et dégagée de tout esprit mercantile et de toute ambition personnelle. — Le fait est trop rare aujourd'hui pour ne pas être relevé à l'honneur et à la louange de tous ceux qui y participent.

E. B.

(Par un bien singulier contraste, qui n'est pas rare dans les effets du hasard, c'est en faisant cet éloge que nous sommes amené pour la première fois à satisfaire, malgré nous, à un vœu qui nous est formulé : l'indication du prix des ouvrages en tête de nos bibliographies. — Nous tâcherons de ne pas l'oublier à l'avenir.)

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

315 176. — **Rousselle et Esmenard.** — *Fils télégraphiques et téléphoniques à âme de cuivre jaune (dit laiton) recouverts par voie électrolytique de cuivre rouge pur et dispositif pour l'obtenir* (19 octobre 1901).

315 316. — **Société Veuve Charron et Bellanger et M. Schlesinger.** — *Système perfectionné d'appareil téléphonique permettant de renforcer le son de la voix* (24 octobre 1901).

315 116. — **Maiche.** — *Nouvelle disposition de bobine d'induction* (18 octobre 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie d'exploitation de tramways et de chemins de fer. — Cette Société a pour objet : L'exploitation pour elle-même ou pour le compte de tiers, en France, dans les colonies et pays de protectorat et à l'étranger, de toutes industries de tramways, de chemins de fer, de transport de force et de distribution d'énergie, et de toutes industries similaires pouvant s'y rattacher.

L'obtention de toutes concessions, l'achat, la construction, l'installation et l'exploitation de toutes lignes de tramways et de chemins de fer et de toutes usines productives d'énergie électrique.

La constitution de toutes sociétés et la participation, sous toutes formes quelconques, et notamment par voie de souscription et achat de titres ou autrement, à toutes sociétés ou entreprises se rattachant aux industries ci-dessus indiquées.

Et généralement toutes opérations industrielles, commerciales et financières pouvant être nécessaires ou utiles à la réalisation des affaires de la Société.

Le siège de la Société est à Paris, 7, rue d'Athènes (IX[e] arrondissement). Il peut être transféré en tout autre endroit de la ville de Paris, par décision du conseil d'administration et même en toute autre ville, par délibération de l'assemblée générale.

Le Conseil peut créer des succursales où il le juge utile.

La durée de la Société est fixée à cinquante années à compter du jour de sa constitution définitive.

Le fonds social est fixé à la somme de 1 million de francs,

divisé en 1000 actions de 1000 fr chacune, à souscrire en espèces. Il pourra être augmenté par la création d'actions nouvelles, ainsi qu'il est stipulé à l'article 39 des statuts.

Dans toute augmentation du capital par la création d'actions à souscrire en espèces, les souscripteurs du capital originaire auront, dans la proportion du nombre d'actions souscrites par chacun d'eux à ce capital, un droit de préférence à la souscription de la totalité, ou, si l'assemblée le juge utile, de la moitié au moins des actions représentant chaque augmentation.

Ce droit s'exercera suivant la forme et dans les délais qui seront fixés pour chaque augmentation par le conseil d'administration.

Il sera représenté par 200 titres au porteur, donnant droit chacun à 1/200e de la totalité du droit de préférence et qui seront répartis entre les souscripteurs, à raison de un titre pour cinq actions.

Chaque action donne droit à une part égale dans les bénéfices et dans la propriété de l'actif social.

Le montant des actions est payable à Paris : 250 fr lors de la souscription, et les 750 fr de surplus, en vertu de délibérations du conseil d'administration de la Société, qui fixent le montant et l'exigibilité des versements appelés.

La Société est administrée par un conseil composé de cinq membres au moins et de neuf au plus, pris parmi les associés et nommés par l'assemblée générale des actionnaires.

Les administrateurs sont nommés pour six ans, sauf l'effet du renouvellement. Le premier conseil est nommé pour six ans par l'assemblée générale constitutive de la Société. A l'expiration des six premières années, le conseil est renouvelé en entier. Et ensuite le conseil se renouvelle chaque année, sur un nombre suffisant de membres, pour que la durée des fonctions de chaque administrateur ne soit pas de plus de six ans.

Les membres sortants sont désignés par le sort pour les cinq premières applications et ensuite par ordre d'ancienneté. Ils peuvent toujours être réélus.

Le conseil peut, provisoirement et sauf confirmation par la plus prochaine assemblée générale, se compléter jusqu'au nombre maximum ci-dessus fixé et, en cas de vacance par décès, démission ou autre cause, pourvoir au remplacement de tout administrateur pour toute la durée restant à courir de son mandat.

Le conseil d'administration se réunit aussi souvent que l'intérêt de la Société l'exige. La présence de cinq administrateurs au moins est nécessaire pour la validité d'une délibération.

Les délibérations sont prises à la majorité des voix des membres présents; en cas de partage, la voix du président est prépondérante.

Tout administrateur peut se faire représenter à une délibération déterminée par un pouvoir spécial donné à un autre administrateur, non pourvu déjà d'un autre mandat.

Les délibérations du conseil d'administration sont constatées par des procès-verbaux, qui sont portés sur un registre spécial et signés par l'administrateur qui aura présidé la séance et un des administrateurs qui y ont pris part.

Les copies ou extraits à produire en justice ou ailleurs sont certifiés par le président du conseil d'administration ou un administrateur.

Le Conseil a les pouvoirs les plus étendus, sans limitation et sans réserve, pour agir au nom de la Société et faire toutes les opérations relatives à son objet. Il représente la Société vis-à-vis des tiers et notamment vis-à-vis de l'État, de toutes autorités, de tous résidents généraux et supérieurs, de tous départements, municipalités, administrations publiques et privées. Il touche toutes les sommes qui peuvent être dues à la Société et en donne quittance.

Il autorise toutes mainlevées de saisies mobilières et immobilières, d'oppositions, d'inscriptions hypothécaires, ainsi que tout désistement de privilèges et autres droits, le tout avec ou sans paiement; il consent toutes antériorités. Il autorise toutes instances judiciaires, soit en demandant, soit en défendant, et représente la Société en justice. Il traite, transige, compromet sur tous les intérêts de la Société.

Il effectue l'exploitation, pour la Société ou pour le compte de tiers, des industries indiquées en l'objet social. Il consent tous traités, marchés et entreprises, à forfait ou autrement. Il statue sur les études, plans et devis proposés pour l'exécution de tous travaux. Il règlemente tous services d'exploitation et autres et arrête tous tarifs.

Il demande et accepte toutes concessions; il acquiert ou afferme toutes concessions et entreprises et prend part à toutes affaires, opérations et entreprises se rapportant à l'objet social, suivant le mode qu'il juge convenable. Il constitue toutes sociétés, syndicats et participations, ou concourt à leur formation; il fait apport de tous biens et droits de la Société, souscrit toutes actions et obligations, commandites et participations.

Il prend part à tous syndicats et participations pour l'émission et la vente de toutes actions et obligations. Il fait toutes opérations d'achat, de vente et de report concernant les titres et valeurs des Sociétés ou entreprises dans lesquelles la Société est intéressé.

Il consent et accepte tous baux avec ou sans promesse de vente. Il achète, vend et échange tous biens et droits mobiliers et tous immeubles et droits immobiliers. Il consent tous transferts, conversions et aliénations de toutes valeurs mobilières quelconques. Il fait tous emprunts de la manière et aux conditions qu'il juge convenable, soit par voie d'émission d'obligations, soit par voie d'ouverture de crédit ou autrement.

Il consent toutes hypothèques et antichrèses, tous nantissements et délégations et autres garanties mobilières et immobilières. Il signe et accepte tous billets, traites, lettres de change, chèques et effets de commerce; il signe tous endos et acquits; il cautionne, il avalise. Il détermine le placement des fonds disponibles et règle l'emploi des réserves de toute nature.

Il fixe les dépenses générales d'administration. Il nomme et révoque tous mandataires, employés et agents, détermine leurs attributions, leurs traitements, salaires et gratifications, soit d'une manière fixe, soit autrement.

Il arrête les comptes qui doivent être soumis à l'assemblée générale et fait un rapport sur ces comptes et sur la situation des affaires sociales. Il propose la fixation des dividendes à répartir.

Il remplit toutes formalités et passe tous consentements pour soumettre la Société aux lois des pays dans lesquels la Société pourra opérer, et nomme tous délégués, agents et représentants auprès de tous gouvernements et de toutes administrations.

Enfin, il statue sur tous les intérêts qui rentrent dans l'administration de la Société.

Les pouvoirs qui viennent d'être conférés au conseil d'administration sont énonciatifs et non limitatifs de ses droits.

Le Conseil peut déléguer tout ou partie de ses pouvoirs pour l'expédition des affaires à un ou plusieurs administrateurs, à un ou plusieurs directeurs, choisis même en dehors de son sein. Le Conseil peut aussi conférer des pouvoirs à telle personne que bon lui semble par un mandat spécial et pour un objet déterminé.

Il est nommé chaque année, en assemblée générale, un ou plusieurs commissaires, associés ou non, chargés de remplir les fonctions déterminées par la loi du 24 juillet 1867. S'il y a plusieurs commissaires, ils peuvent agir conjointement ou séparément.

L'assemblée générale, régulièrement constituée, représente

l'universalité des actionnaires. Les délibérations prises conformément aux statuts obligent tous les actionnaires, même absents, incapables ou dissidents.

L'assemblée générale se compose de tous les actionnaires possédant cinq actions ou un nombre supérieur.

Chaque année, il est tenu une assemblée générale dans le courant du premier semestre.

L'assemblée générale annuelle et toutes assemblées autres que celles appelées à statuer sur les cas de constitution, de modifications et de dissolution, sont régulièrement constituées lorsque les membres présents ou représentés représentent au moins le quart du fonds social. Si les actions représentées ne représentent pas le quart du fonds social, il est convoqué une deuxième assemblée à quinze jours d'intervalle, au moins, de la première, et elle délibère valablement, quelle que soit la portion du capital représentée, mais seulement sur les objets à l'ordre du jour de la première réunion.

Les assemblées qui ont à délibérer sur la constitution de la Société, sur des modifications aux statuts, sur la vérification d'apports en espèces ou en nature et sur la dissolution, doivent être composées d'actionnaires représentant la moitié du capital social.

L'assemblée générale annuelle entend le rapport du ou des commissaires sur la situation de la Société, sur le bilan et sur les comptes présentés par les administrateurs. Elle discute et, s'il y a lieu, approuve les comptes. Elle fixe les dividendes à répartir, sur la proposition du conseil d'administration. Elle nomme les administrateurs, le ou les commissaires. Elle règle l'amortissement des actions. Et, en outre, l'assemblée générale, en réunion annuelle ou extraordinaire, délibère et statue souverainement sur tous les intérêts de la Société et confère au conseil d'administration tous les pouvoirs supplémentaires qui seraient reconnus utiles.

Les délibérations de l'assemblée générale sont constatées par des procès-verbaux inscrits sur un registre spécial et signés par les membres du bureau.

Les copies ou extraits à produire, en justice ou ailleurs, des délibérations de l'assemblée générale, sont signées par le président du conseil d'administration ou par un administrateur. Après la dissolution de la Société et pendant la liquidation, les copies ou extraits sont certifiés par deux liquidateurs ou, le cas échéant, par le liquidateur unique.

L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre. Par exception, le premier exercice comprendra le temps écoulé entre la constitution définitive de la Société et le 31 décembre 1902.

Les produits nets, déduction faite de toutes charges, de tous amortissements et notamment de l'amortissement de tous capitaux d'emprunt, constituent les bénéfices.

Sur les bénéfices annuels, il est prélevé : 1° 4 pour 100 au moins desdits bénéfices pour le fonds de réserve prescrit par la loi ; ce prélèvement n'est obligatoire que si le fonds de réserve est inférieur au dixième du capital social; 2° une somme suffisante pour fournir aux actions 5 pour 100 sur le capital versé et non amorti, à titre d'intérêts ou de premier dividende, sans que, si les bénéfices d'une année ne permettaient pas ce paiement, les actionnaires puissent la réclamer sur les bénéfices des années subséquentes.

Il est alloué 20 pour 100 du surplus au conseil d'administration. Sur l'excédent, l'assemblée générale peut, sur la proposition du conseil d'administration, décider tous prélèvements pour constituer tous fonds de réserve extraordinaire et de prévoyance ou tous fonds affectés à l'amortissement des actions. Enfin, le solde est réparti à titre de deuxième dividende entre toutes les actions.

Le paiement des intérêts ou dividendes se fait en une ou plusieurs fois, aux époques fixées par le conseil d'administration.

L'amortissement des actions se fait par tirage au sort, aux époques et dans les proportions déterminées par l'assemblée générale. Les actions sorties au tirage sont remboursables au pair avec tous intérêts et dividendes exigibles, s'il y a en a, et tous intérêts courus au jour fixé pour le paiement. Les actions amorties sont remplacées par des actions de jouissance nominatives ou au porteur, portant les mêmes numéros et ayant, sauf le droit au remboursement et aux intérêts, les mêmes droits que les actions non amorties.

L'assemblée générale peut, sur l'initiative du conseil d'administration, apporter aux présents statuts les modifications dont l'utilité sera reconnue.

Elle peut décider notamment : le changement de la dénomination sociale; l'augmentation du capital social, soit par voie d'apport, soit contre espèces; la réduction du capital, même par rachat d'actions; la division du capital en actions de moins de 1000 fr; la prolongation, la réduction de la durée ou la dissolution anticipée de la Société ou sa fusion avec une autre Société; l'extension de l'objet de la Société.

A l'expiration de la Société ou en cas de dissolution anticipée, l'assemblée générale, sur la proposition du conseil d'administration, règle le mode de liquidation; elle nomme et révoque les liquidateurs. Elle donne aux liquidateurs les pouvoirs qu'elle juge utiles pour réaliser, même à l'amiable, tout l'actif mobilier et immobilier de la Société et éteindre le passif. Elle peut les autoriser à aliéner par vente, apport en Société ou autrement, tout ou partie des biens, droits, actions et obligations de la Société dissoute.

La nomination des liquidateurs met fin aux pouvoirs des administrateurs. Pendant le cours de la liquidation, les pouvoirs de l'assemblée générale se continuent comme pendant l'existence de la Société. Elle est convoquée par les liquidateurs, chaque année, à l'époque fixée par les statuts pour l'assemblée générale annuelle; elle approuve les comptes de liquidation et donne décharge aux liquidateurs.

Après l'acquit du passif et des charges sociales, le produit net de la liquidation sera réparti par égales parts entre toutes les actions.

Suivant délibération du 17 décembre 1901, dressé en quatre originaux, dont l'un a été déposé au rang des minutes de Me Grange, notaire à Paris, suivant acte reçu par lui le 21 du même mois, l'assemblée générale des actionnaires de la Compagnie d'exploitation de tramways et de chemins de fer, réunissant la totalité des actionnaires, a adopté à l'unanimité les résolutions suivantes :

Première résolution. — L'assemblée reconnaît la sincérité de la déclaration faite par le fondateur de la Société, suivant acte reçu par Me Grange et son collègue, notaires à Paris, le 17 décembre 1901, de la souscription de la totalité des mille actions représentant le capital de la Compagnie d'exploitation de tramways et chemins de fer, et du versement de 200 fr sur chaque action souscrite, et ce, après vérification dudit acte et des pièces à l'appui de la déclaration.

Deuxième résolution. — L'assemblée, conformément à l'article 15 des statuts, nomme administrateur pour six ans : MM. Genty, Génébrias de Fredaigues, Durand (Pierre), Durand (Barthélemy), Javal, de Duranty et M. E. Boyer.

Troisième résolution. — L'assemblée nomme commissaires pour le premier exercice : MM. Cahen (Henri), Gosse (Louis), Cornu (Joanny).

Quatrième résolution. — L'assemblée constate l'acceptation, en personne ou par mandataire, par chacun des administrateurs et des commissaires, des fonctions qui viennent de leur être conférées.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

47982. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.



11e Année. — N° 249 10 Mai 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Le circuit du Nord à l'alcool et l'électricité. — On sait que le Ministère de l'agriculture a organisé des concours d'automobiles à alcool, qui comportent une course internationale et des épreuves de consommation. Ces concours intéressent les électriciens à deux points de vue : le premier est l'emploi de magnétos remplaçant des piles ou des accumulateurs pour l'allumage des moteurs; un certain nombre de voitures engagées comporteront cet allumage. Le second est la création d'une catégorie spéciale comportant des voitures mixtes, c'est-à-dire des voitures utilisant à la fois l'alcool et l'électricité.

Dans la voiture engagée par M. Kriéger, le fonctionnement est purement électrique; un groupe électrogène à alcool complètement distinct monté sur la voiture maintient les accumulateurs chargés et, à la fin de la journée, continue à fonctionner pour *faire le plein* des accumulateurs, s'il est nécessaire. Dans la voiture engagée par M. Jenatzy, il n'y a pas de dynamo spéciale de charge, et le système fonctionne comme dans la voiture mixte de M. Pieper, que nous avons décrite en 1899. Il sera intéressant de comparer les consommations respectives de ces deux voitures d'un type si différent, soit entre elles, soit avec les voitures dont le moteur actionne les roues du véhicule par transmission mécanique. Malgré les intermédiaires, il ne serait pas étonnant que le rendement de ces deux systèmes soit satisfaisant, car le moteur travaille toujours à puissance constante, c'est-à-dire dans les conditions les plus économiques.

Transport d'énergie de Saint-Maurice à Lausanne par courant continu. — L'entreprise des forces motrices du Rhône, dont la *Compagnie de l'Industrie électrique*, de Genève, fait partie, achève en ce moment les travaux d'un des plus importants transports de force motrice existants en Europe. En 1898, la commune de Lausanne (dans la Suisse romande) fit l'acquisition d'une chute du Rhône à Saint-Maurice, dans le Valais, pouvant fournir une puissance de 10 à 15 000 chevaux suivant les saisons. Cette force motrice était destinée à être transformée en énergie électrique et transmise à Lausanne, à une distance de 56 km. La première période des travaux qui se terminent actuellement porte sur un total de 5000 chevaux. Pour le transport, la commune a eu recours au système de M. René Thury, c'est-à-dire *au courant continu à potentiel variable, haute tension,* obtenue au moyen de l'accouplement en série des génératrices; ce système a, pour les grands trans-

ports à longues distances, des avantages sur le système alternatif à potentiel constant, tels que production directe des hautes tensions, grande simplicité de manœuvre et économie dans l'établissement des lignes de transport. La tension maxima atteint 23 000 volts. A l'arrivée à Lausanne, les moteurs à courant continu branchés en série sur la ligne haute tension actionnent directement des alternateurs triphasés à 3000 volts pour la distribution en ville et la banlieue de la force et de la lumière.

On a pu, à cette occasion, réaliser d'intéressantes expériences de transport à la distance de 56 km par un seul fil avec retour par la terre.

Les essais ayant pleinement réussis l'entreprise a invité quelques représentants de la presse et les personnes intéressées à une visite de ses travaux, visite qui a eu lieu le vendredi 9 mai.

Par sa nature et son importance, cette installation unique au monde est de nature à modifier dans une certaine mesure les conceptions et les idées actuelles sur les transports d'énergie à grande distance. Pour répondre à l'aimable invitation que la *Compagnie de l'Industrie électrique*, de Genève, a bien voulu nous adresser, nous avons confié à M. Alfred Soulier, secrétaire de la rédaction, la mission de nous représenter à Lausanne. M. Soulier dira à nos lecteurs, dans notre prochain numéro, ce qu'il aura vu, ce qu'il aura entendu dire, et ce qu'il aura observé.

Le minium comme isolant électrique. — D'après le *Farben Zeitung*, le minium peut être considéré comme un excellent isolant électrique, à la condition qu'il se soit écoulé un certain temps depuis son application.

On a constaté cette propriété lors de la démolition du bureau télégraphique de Brême sur une poutre en fer qui, recouverte de minium il y a dix-huit ans, était assez isolée pour ne pas laisser passer de courant à travers un galvanomètre sensible, en intercalant dans le circuit, entre la couche isolante et la poutre, une force électromotrice de 150 volts. Cette observation a conduit à faire quelques recherches et quelques expériences desquelles il résulte qu'une substance telle que la fibre de qualité médiocre et recouverte de minium constitue un excellent isolant capable de résister aux actions atmosphériques. Le minium mêlé à l'huile de lin n'a pas de grandes qualités isolantes tant qu'il reste à l'état liquide ou pâteux, mais il gagne ces qualités en séchant à l'air, ce qui a pour effet d'oxyder l'huile végétale ayant servi à l'application. Dans le cas où l'un de nos lecteurs aurait l'occasion d'appliquer cette recette, nous lui serions très obligé de nous en faire connaître les résultats, en vue de l'intérêt général.

— La Société des *Anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers*, dont le siège social est à Paris, 6, rue Chauchat, informe les industriels qu'elle leur offre de grandes facilités pour le choix de leur personnel technique, dans les industries mécaniques, électriques et métallurgiques, la marine, les chemins de fer, les travaux publics, etc. Adresser les propositions à M. le président de la Société, 6, rue Chauchat, à Paris, qui s'empressera de donner satisfaction aux demandes qui lui seront faites.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Angers. — *Éclairage*. — La Commission chargée d'examiner la question de l'éclairage électrique s'est réunie à la mairie, dernièrement sous la présidence de M. le maire.

Le projet est en bonne voie de réalisation et le Conseil municipal le discutera sérieusement.

Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne). — *Éclairage*. — Le traité Delgay, concernant l'éclairage à la lumière électrique de cette station balnéaire, a été approuvé par le préfet tel qu'il avait été présenté par la municipalité.

Corbeil. - *Éclairage*. — Au cours d'une des dernières séances du Conseil municipal, M. le maire a donné lecture d'une lettre de M. l'administrateur délégué de la Compagnie continentale du gaz, en réponse à la mise en demeure à elle faite d'installer l'électricité à Corbeil, mise en demeure votée à la dernière séance. A cette lettre la Commission estime qu'il y a lieu de répondre :

Que la ville de Corbeil n'entend pas demander pour elle, en ce moment, l'éclairage électrique, ni garantir à la Compagnie du gaz la quantité d'électricité qui pourrait être demandée par les habitants.

Les habitants de Corbeil étant liés par la ville envers la Compagnie continentale du gaz en vertu d'un traité du 29 août 1879, donnant à MM. Béglet et Cie, prédécesseurs de la Compagnie actuelle, le monopole de l'éclairage et des canalisations aériennes et souterraines, c'est donc à la ville qu'il appartient d'intervenir afin de donner satisfaction à un grand nombre de ses habitants, lesquels, par voie de pétition, réclament pour leurs besoins personnels l'éclairage électrique. — Le Conseil insistera donc à nouveau pour que la Compagnie donne le plus tôt possible satisfaction aux intéressés, sous peine pour elle de se voir retirer le bénéfice de l'article 25 de son traité avec la ville.

Marseille. — *Transmission d'énergie*. — Un très important projet vient d'être dressé par MM. les ingénieurs des ponts et chaussées des Bouches-du-Rhône pour une distribution d'énergie électrique dans la ville de Marseille au moyen d'une prise d'eau dans la Durance.

Ce projet, pour lequel une enquête d'utilité publique a été ouverte à la Préfecture, consiste à créer sur la rive gauche de la Durance, entre le pont de Mirabeau et le pont de Pertuis, un canal de dérivation de 13 km de longueur environ, ayant une largeur au plafond de 30 m, une profondeur de 5 m et une pente longitudinale de 0,0001 mm. Ce canal est capable de dériver 80 m³ par seconde et comporte 4 chutes d'environ 7,50 m chacune. Sur chacune de ces chutes serait installée une usine productrice d'énergie électrique, chaque usine ayant une puissance effective de 5000 chevaux en moyenne.

Des transformateurs installés dans les usines élèveraient la tension du courant à 20 000 volts, et ce courant serait transmis par un fil aérien suivant les routes nationales n° 96 et n° 8 jusqu'à Saint-Louis. A partir de Saint-Louis les lignes primaires de transport contourneraient l'agglomération marseillaise en passant par Sainte-Marthe, Saint-Just, Saint-Barnabé et Saint-Loup pour venir se terminer à la Capelette. Cette ligne primaire aboutirait à trois stations réceptrices placées à Saint-Louis, à Malpassé et au Pont-de-Vivaux où la tension serait abaissée par des transformateurs à 3000 volts.

De chacune des stations réceptrices partirait une artère de distribution suivant chacune des trois routes nationales pour converger vers le centre de Marseille et aboutir au quai de la Fraternité. De là, ces artères seraient continuées, d'une part, sur le quai de Rive-Neuve, jusqu'au bassin de Carénage, et d'autre part, sur le quai du Port-Vieux, le quai de la Joliette et les quais suivants jusqu'au bassin de la Pinède. Ces artères, toutes souterraines, seraient maintenues à la tension de 3000 volts par des feeders et il s'en détacherait des lignes secondaires destinées à porter l'énergie aux points de consommation.

Indiquons enfin que la dépense totale de construction est

prévue au chiffre de 24 750 000 fr et la dépense annuelle d'exploitation à celui de 1 800 000 fr. Quant aux tarifs, ce sont des tarifs différentiels basés sur l'énergie maximum consommée à un moment quelconque par l'abonné.

Le rapporteur présente les conclusions suivantes :

« Au nom de la Commission plénière, je prie le Conseil de vouloir bien donner un avis favorable au projet présenté par le gouvernement et qui a pour but la production d'énergie électrique au moyen d'une dérivation en Durance, le transport de cette énergie et sa distribution dans la ville de Marseille, la Ville faisant toutefois toutes ses réserves en ce qui concerne l'alimentation du canal de Marseille.

« Votre Commission prie également le Conseil de délibérer qu'il y a lieu de demander à l'État la concession de ce projet, afin de le rétrocéder à une tierce personne dans les termes d'une convention à intervenir. »

Après une courte discussion, les conclusions du rapporteur mises aux voix sont adoptées.

Seiches (Maine-et-Loire). — *Éclairage.* — Nous apprenons que la ville de Seiches (Maine-et-Loire) vient d'accepter le cahier des charges et la police d'abonnement qui lui avaient été proposés par MM. Marcel Dusignieux et Cie, pour l'éclairage par l'électricité dans cette commune, public et particulier.

Le Conseil a voté à l'unanimité ce nouveau mode d'éclairage qui va aider au développement toujours croissant de cette jolie commune.

La dynamo sera mise en mouvement par la chute d'eau d'un moulin situé sur le Loir. De plus, une batterie d'accumulateurs sera installée sur la place du Champ-de-Foire. L'installation en sera faite par la Société française d'Électricité.

Tout fait espérer qu'au mois de septembre prochain se fera l'ouverture de cette usine, tant pour l'éclairage municipal que pour celui des particuliers. Il rendra les plus grands services dans un pays qui, par sa position topographique, ne demande qu'à prospérer et à se développer.

Yssingeaux (Haute-Loire). — *Éclairage.* — Dernièrement, le Conseil municipal d'Yssingeaux s'est réuni en session extraordinaire pour s'occuper de la question très importante de l'éclairage de cette ville qui, par suite de l'état défectueux des conduites de gaz, est dans le plus complet dénuement.

Après avoir donné lecture du rapport de la Commission nommée par le Conseil municipal pour étudier la question et s'entendre définitivement avec une Société électrique pour installer l'électricité à Yssingeaux, le Conseil a approuvé les conventions qui ont été passées et qui, paraît-il, sont très avantageuses pour la commune.

ÉTRANGER

Hambourg (Allemagne). — *Traction électrique.* — Le réseau de tramways de cette ville, un des plus importants de l'Europe entière représente une longueur totale de lignes exploitées de 138,8 km, en partie à double voie; en y ajoutant les aiguilles, remises, et autres voies le total atteint 260 km. On a employé des rails pesant 53 kg : m, les éclisses plates ont 850 mm de longueur et sont pourvues d'une chape qui pénètre sous le patin. Elles sont fixées par 6 boulons. Les rails sont en acier Thomas et ils présentent une résistance à la rupture de 72 kg : mm².

Le métal qui constitue les roues des véhicules est encore de meilleure qualité, il offre une résistance mécanique de 80 kg : mm². Les rainures creusées dans le rail n'ont que 8 mm de profondeur dans les courbes, l'expérience ayant montré que ce dispositif assurait une répartition plus régulière de l'usure entre le rail et les roues.

L'éclissage électrique est fait au moyen de connecteurs doubles en cuivre de 8,8 mm de diamètre munis de chevilles que l'on enfonce dans le rail.

Les aiguilles présentent quelques détails intéressants; elles sont en acier Martin-Siemens qui a une résistance mécanique de 65 kg : mm². La Compagnie a systématiquement écarté les aiguilles automatiques, c'est le conducteur lui-même qui exécute la manœuvre, ou un homme spécialement chargé de ce travail dans les endroits où la circulation est le plus dense.

Les aiguilles mobiles sont à contrepoids et ont une longueur de 4 m. Les rails sont écartés de 1,435 m et d'axe en axe entre les deux voies la distance est de 2,65 m. Un sentier de 0,65 m de largeur sépare les deux voies, ce qui permet aux voitures qui mesurent 2 m de largeur de passer de front sans danger. Pour ne jamais entraver la circulation, même en cas d'incendie, on a eu la précaution de donner une hauteur plus grande aux rails dans le voisinage des prises d'eau; ces rails sont ensuite percés pour livrer passage aux tuyaux d'arrosage ou d'incendie.

On emploie uniquement le système à trolley et en quelques endroits les fils sont supportés par de très jolis poteaux à doubles consoles ornés de volutes de cuivre. Le fil de trolley adopté dans les faubourgs a 8,3 mm de diamètre, tandis que dans la ville le fil employé est en forme de 8 et a une section de 80 mm². On a récemment introduit un fil de section rectangulaire à bords arrondis. Le diamètre de ce fil est de 8 mm et sa section de 80 mm². L'expérience a démontré qu'il est facile d'étirer ce fil.

Le courant est fourni aux tramways de Hambourg et d'Altona par deux usines de la *Hamburg Elektricitæts Werke Actiengesellschaft*. Le réseau de Hambourg est de beaucoup le plus étendu. Le dernier point d'alimentation est à 8 km de la station, et le terminus du trolley, à 10 km. Le point le plus chargé reçoit jusqu'à 800 ampères.

D'après le contrat, la tension doit être comprise entre 490 et 540 volts, et, de plus, c'est la Compagnie d'électricité qui a dû pourvoir à l'installation de la ligne. C'est donc elle qui est responsable des dégâts causés aux conduites d'eau et de gaz. L'énergie fournie n'est pas totalisée au tableau de distribution, mais comptée séparément aux 35 centres d'alimentation, où chaque Compagnie possède un compteur. Tous les feeders peuvent être connectés entre eux, ce qui permet, à un moment donné, de concentrer le courant aux points les plus chargés.

Le matériel de traction se compose de 50 voitures à 4 essieux et 2 moteurs, 1 voiture à 3 essieux et 2 moteurs, 181 voitures à 2 essieux et 2 moteurs, 280 voitures à 2 essieux et 1 moteur, 1 voiture salon et 1 voiture d'essais; au total, 524 voitures automotrices. Il y a 300 voitures de remorque, sur lesquelles 250 proviennent du matériel à traction animale.

L'administration comprend un directeur et un sous-directeur, lequel a immédiatement sous ses ordres deux inspecteurs, spécialement chargés de résoudre les questions qui peuvent surgir au jour le jour. Le directeur règle le service des employés dont l'effectif s'élève à : 809 wattmen, 914 conducteurs, 113 hommes et 147 femmes préposés au nettoyage des voitures, et 48 inspecteurs de la voie.

Le prix des places dépend de la distance parcourue par le voyageur et varie de 12 à 38 centimes. La Compagnie paie à la ville environ 1 centime et demi par voyageur transporté, ce qui revient à environ 9 pour 100 des recettes brutes. Elle verse encore 5 pour 100 de tout l'argent reçu pour les billets de saison et, enfin, une dernière redevance sur les bénéfices après distribution d'un dividende de 6 pour 100 aux actionnaires. Toutes les voies et tous les bâtiments dans les limites de la ville de Hambourg font retour à la ville en 1922.

CORRESPONDANCE

Alternateurs asynchrones auto-excitateurs.

MONSIEUR LE DIRECTEUR,

J'ai lu la lettre de M. Latour et, pour éviter des confusions, j'y réponds point par point :

1. M. Latour dit : Un alternateur *shunt* n'a jamais été fait. Il n'a jamais, par conséquent, pu être constaté qu'un semblable alternateur travaillait en moteur à cos $\varphi = 1$. Il a été simplement réalisé de façon *accidentelle* en alternateur série.

La réponse à cela est : L'alternateur *shunt* a été *décrit* en tout cas et jusqu'ici M. Latour n'a pas fait davantage non plus. Par contre les phénomènes qui en forment la base — « les propriétés des anneaux à collecteur » — ont été non seulement décrites, comme par M. Latour, mais effectivement observées. En effet M. Görges dit textuellement, après avoir expliqué que les connexions des deux anneaux (stator et rotor) peuvent être soit en *shunt* soit en *série* [1] :

« Au synchronisme cette force électromotrice devient *zéro*, l'anneau en rotation est alors magnétisé d'une façon analogue aux inducteurs d'une machine en série à courant continu, tandis que la force électromotrice générée par la rotation se produit surtout dans la partie fixe. Il est par conséquent *naturel de comparer cette dernière à l'induit et le rotor à l'inducteur d'un moteur à courant continu* ».

Pour montrer combien M. Görges s'est très clairement rendu compte des avantages et des inconvénients du système qu'a repris plus tard M. Latour, nous pouvons encore citer ses observations suivantes :

« La grande objection que l'on peut faire à ce moteur ne consiste pas, à mon avis, dans l'emploi d'un collecteur en général, car ce moteur n'est destiné en règle à travailler qu'à une basse tension. Elle consiste plutôt dans quelques inconvénients y inhérents. En premier lieu les étincelles dont la disparition complète ne peut se faire théoriquement qu'à une certaine vitesse bien déterminée » (fait constaté également par la théorie de MM. Latour et Poincaré), et plus loin : « Un autre inconvénient consiste dans la pulsation du magnétisme que l'on ne peut éviter que très mal dans l'anneau tournant » (fait non constaté par la théorie de MM. Latour et Poincaré).

On n'a donc pas le droit de prétendre que ce que M. Görges a établi ne l'était que d'une façon *accidentelle*. Au contraire, il savait parfaitement ce qu'il disait. D'un autre côté, M. Latour ne veut, sans doute, pas prétendre avoir seul le secret de calculer un induit suivant la tension avec ou sans l'emploi d'un transformateur — abaisseur de tension — c'est-à-dire « le dimensionnement » qu'il revendique dans l'un de ses articles.

En somme les vertus prêtées aux travaux de M. Görges peuvent être très « modernes », mais datent déjà de 1891.

2. M. Latour fait des réflexions au sujet de ce qui se passe dans mon moteur.

Pour lui prouver sans plus de discussions théoriques, mais uniquement par des faits, qu'il a commis là également des erreurs, je tiens à indiquer ici un de mes résultats d'essais.

D'après lui une fraction insignifiante, moins d'*un* pour cent, du courant du rotor pourrait seule passer par les connexions que j'emploie. J'ai précisément entre les mains les résultats d'un moteur de 5 chevaux à 6 pôles, 50 périodes, avec bagues de démarrage permettant en même temps de mesurer le courant dans le rotor, établis par la maison Schuckert à Nürnberg.

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1891, p. 701.

D'après les courbes que la maison m'a envoyées, le cos φ de la moitié jusqu'à la pleine charge était $= 0{,}98$, c'est-à-dire environ l'unité, et en outre on peut constater que, sur un courant total de 80 ampères par exemple mesuré dans le rotor, il ne passe par les balais du collecteur que 36 ampères.

Suivant M. Latour le rendement devrait être déplorable, dès que la différence entre ces deux chiffres atteint 1 pour 100. Or le moteur en question qui fut excité en triphasé n'a que 5 pour 100 de glissement et 2 pour 100 de pertes d'excitation mesuré sous pleine charge.

Le phénomène est donc plus compliqué que ne pense M. Latour.

M. Latour prétend ensuite que mes moteurs tournent « au synchronisme et au-dessus du synchronisme ». Je comprends d'autant moins cette affirmation gratuite que tous mes moteurs essayés jusqu'ici par les divers constructeurs se comportent au point de vue du glissement — chose très naturelle — comme les autres moteurs d'induction ordinaires. S'il y a donc quelque chose d'une espèce spéciale, ce ne sont pas mes moteurs, mais bien la complication par laquelle, dans le moteur de M. Latour, le chemin des courants du rotor ne peut se fermer que par le collecteur, les balais et le réseau.

Toutes les confusions auraient pu être évitées, si M. Latour voulait ouvertement reconnaitre que, avant mes publications, il n'a jamais pensé à ce type de machines établies par moi, et qu'il s'agit là, en réalité, de deux genres de machines différentes, ce que prouve, du reste, d'une façon bien nette, le simple fait que toutes mes machines marchent très bien sans augmentation essentielle de pertes avec une excitation purement monophasée. Je préfère même ce dispositif très simple, n'exigeant que deux balais et un seul circuit, dispositif impossible pour son système et qu'il méprise.

Quant aux cages d'écureuil, il ne faut pas confondre celles des machines asynchrones avec l'amortisseur de M. Leblanc destiné aux alternateurs synchrones.

M. Latour nous assure qu'il pourra fonctionner sans mon dispositif. Je le lui souhaite.

Le rotor asynchrone complètement fermé sur lui-même est la base principale de mon système, et la particularité spéciale brevetée (voy. l'*Éclairage électrique* du 22 mars 1902, p. 420) est l'arrangement d'un tel rotor avec un collecteur dans lequel on introduit des courants d'excitation alternatifs, indifféremment polyphasés ou monophasés. Je l'ai envisagé même bien avant que M. Latour ait demandé en France son premier brevet pour son système. En effet mon premier brevet en Allemagne à ce sujet, brevet n° 127 271, est du 2 décembre 1900, soit douze jours avant la date du premier brevet français de M. Latour. C'est seulement sur le conseil du Patentamt même que, pour mieux me garantir, j'ai pris un brevet supplémentaire plus tard. Mon brevet français a été demandé en même temps que ce dernier.

Du reste, pour écarter toute confusion entre les deux systèmes en présence, on n'a qu'à lire attentivement le premier brevet de M. Latour et l'on constatera sans erreur possible que dans ce brevet il ne s'agit que de l'invention d'un procédé consistant à « réaliser un champ inducteur *constant* en grandeur et *en direction* avec du polyphasé, comme avec du continu. » C'est le texte même du brevet qui le dit. M. Latour entendait conserver dans un alternateur polyphasé synchrone le champ *constant* en grandeur et *en direction*, mais au lieu de produire ce dernier avec un courant continu d'excitation, il le produit par les courants polyphasés de l'alternateur même. C'est seulement un an plus tard, après la publication de mes travaux, que M. Latour cherche à voir dans son brevet un dispositif asynchrone qui ne s'y trouve pas.

Veuillez agréer, etc.

Alexandre HEYLAND.

MACHINES M. LATOUR ET A. HEYLAND

PRINCIPES GÉNÉRAUX

Il n'est peut-être pas inutile d'exposer sommairement dans ce journal, en langage vulgaire, les principes généraux sur lesquels reposent les récentes inventions de MM. Latour et Heyland. Cet exposé est fait ici au point de vue purement technique et sans que nous ayons la prétention en quoi que ce soit d'émettre un avis sur les questions de priorité ou de communauté d'invention qui peuvent être soulevées à ce propos. L'exposé que nous en faisons ne parait utile que parce que les idées générales ne ressortent pas bien clairement des descriptions ou publications des inventeurs.

I. Soit un induit de machine à courant continu quelconque, pourvu de son collecteur, fixe et isolé dans l'espace. Nous plaçons sur le collecteur trois balais distants de 120°, et nous les alimentons par une force électromotrice triphasée. Il va évidemment se développer un champ de grandeur constante qui tournera uniformément autour du noyau. La grandeur de ce champ est donnée par celle des courants ; ceux-ci sont eux-mêmes limités par la self-induction du bobinage, self-induction résultant des variations de l'aimantation du fer *fixe* dans le champ *tournant*. La résistance est supposée négligeable, bien entendu.

Mais si maintenant nous faisons tourner cet induit autour de son axe, dans le *sens même* du champ et avec la *même vitesse*, il est évident que le fer ne sera plus soumis à aucune aimantation alternative. Le champ reste fixe dans le fer ; par suite, *il n'y a plus de self-induction*, et l'organe ainsi constitué se comporte exactement comme le ferait un inducteur quelconque. Plus exactement, il se comporte comme s'il était alimenté par des courants continus entrant et sortant, au moyen de bagues, en des points déterminés et fixes du bobinage. Le courant n'y est limité que par sa résistance simple.

Appelons cet organe, selon l'usage, un *rotor*, et installons-le, ainsi alimenté, dans un *stator* bobiné en vue de la production de courants triphasés. Il est évident qu'il va engendrer dans ce stator des courants qui auront la fréquence même de la rotation ; et, par suite, la fréquence même des courants d'alimentation du rotor.

En conséquence, ces derniers peuvent être empruntés au stator lui-même, et on réalisera ainsi une auto-excitation qui pourra être en dérivation, en série, ou mixte.

La machine ainsi constituée est parfaitement réversible, moteur ou générateur synchrone. Comme on ne fait aucun appel, jusqu'ici, à l'induction du stator sur le rotor, on comprend que la nécessité de l'entrefer très réduit qui se présente dans les moteurs asynchrones, n'existe plus, et qu'on pourra donner à l'entrefer une valeur plus pratique.

Telle paraît être, dans son ensemble, l'invention de M. Marius Latour ; mais elle ne sera bien connue que si nous poussons un peu plus avant l'étude de ses propriétés.

Supposons qu'un moteur de ce système marche au synchronisme ; on peut se demander s'il se décrochera lors d'une surcharge, à l'instar d'un moteur synchrone quelconque, ou bien si, au contraire, il pourra continuer à marcher, et même s'il ne pourra pas se raccrocher ultérieurement lorsque la charge diminuera.

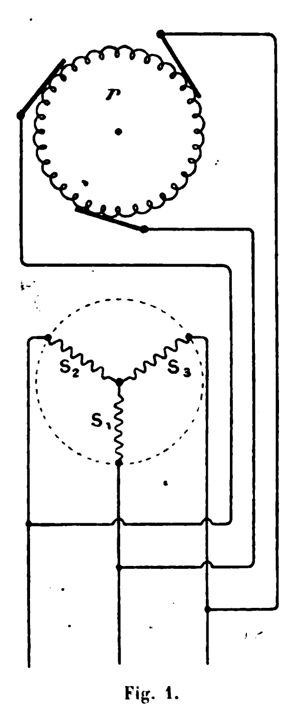


Fig. 1.

C'est, en effet, ce qui se produira, pourvu que l'entrefer ne soit pas exagéré, en vertu du mécanisme suivant.

Si le moteur ralentit, il se produit un glissement. Le stator, réagissant par induction sur le rotor, donne naissance dans son bobinage à une force électro-motrice triphasée, de très basse fréquence. Les courants correspondants se fermeront *par le stator* lui-même, car les bobinages $s_1 s_2 s_3$ de ce stator ont une réactance $2\pi f L$ dont la valeur peut être élevée pour la fréquence f des courants d'alimentation ; mais qui reste négligeable par rapport à celle des courants de glissement. Le bobinage du stator joue ici à peu près le même rôle qu'une résistance mise en circuit dans le rotor d'un moteur à champ tournant. Le glissement produit le couple supplémentaire qui permet au moteur de ne pas se décrocher, absolument comme le fait un moteur synchrone quelconque.

Il importe de retenir deux points particuliers du fonctionnement, qui sont les suivants :

1° Tout le courant de glissement doit passer par les balais.

2° Le stator est le siège d'un champ tournant de basse fréquence, qui se superpose au champ normal tournant avec la fréquence de l'alimentation.

II. Supposons maintenant que, tout en conservant le même rotor à collecteur, on dispose des résistances R R, entre les branches de connection du collecteur au bobinage. Le fonctionnement sera, en principe, exactement le même que précédemment, sauf les modifications que voici :

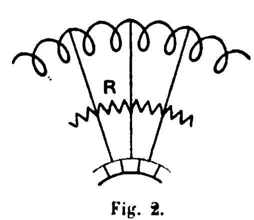


Fig. 2.

Les courants de glissement se fermeraient par les résistances R (en totalité, ou à peu près, semble croire M. Heyland), et ne passeraient plus par les balais. L'en-

semble du bobinage mobile et de *R* se comporterait donc comme une cage d'écureuil.

C'est cette manière de placer les résistances qui fait l'objet de l'invention de M. A. Heyland.

Il leur attribue une action éminemment favorable sur la tenue des balais qui ne seraient pas exposés à être le siège d'étincelles, même avec un nombre de lames très réduit. Il est encore évident qu'on pourrait supprimer le collecteur, et faire porter les balais sur les résistances elles-mêmes, sans changer le fonctionnement. Une bague continue, en matière résistante, et suffisamment mince, peut donc, théoriquement au moins, être substituée au collecteur.

Mais il importe d'approfondir un peu le jeu des résistances *R*. En réalité ce sont des résistances pures mises simplement en dérivation sur la ligne; on est donc conduit à leur donner une valeur assez élevée dont on peut établir ainsi qu'il suit la valeur limite inférieure.

Les conditions primordiales de rendement et d'échauffement imposent : 1° que la résistance du stator soit environ 2 pour 100 de la résistance utile du réseau *R*; 2° que celle du rotor-inducteur, supposé alimenté sous le potentiel de la ligne, et consommant 2 pour 100 de la puissance utile, soit de 50 fois celle de *R*; 3° que celle des résistances Heyland, qui sont en dérivation sur la ligne ne descende pas au-dessous de la moitié de celle de l'inducteur, soit 25 fois celle du réseau ou 1250 fois celle du stator. En effet, ces chiffres conduisent déjà pour la perte ohmique seule à 8 pour 100, et on ne saurait évidemment aller beaucoup au delà.

Cela posé, les courants de glissement trouvent à se fermer par plusieurs voies, savoir :

Les résistances Heyland, le réseau, le stator.

Or, d'après ce qui précède, *moins d'un millième* prendra le chemin des résistances; le reste se fermera par le réseau, et surtout par le stator. Il reste l'influence favorable des résistances sur les étincelles possibles au collecteur, comme point particulier de l'invention de M. Heyland.

III. Le lien de parenté technique des inventions étant ainsi mis en évidence, il convient de signaler les différences de conception qui ont présidé à leur élaboration, en les jugeant sur les publications qu'en ont faites les inventeurs.

M. Marius Latour a pris comme principe la *marche synchrone*; il ne compte sur les glissements que pour intervenir accidentellement, afin d'éviter un décrochage complet. Dès lors, il n'attache qu'une importance secondaire à la perfection plus ou moins grande du système transformateur stator-rotor, dont l'action n'est qu'accidentelle. Mais il peut donner à sa machine l'entrefer raisonnable qui semble indispensable pratiquement dans la construction mécanique des grands alternateurs.

La condition $\cos \varphi = 1$ est donc celle que cherche M. Latour comme condition normale de fonctionnement.

Tout au contraire, M. A. Heyland conserve comme principe l'*asynchronisme*. Sa machine reste, de parti pris, une machine d'induction où les courants induits dans le rotor par le stator, en vertu du glissement conservé comme condition normale du fonctionnement, forment la plus grande part de l'excitation. L'entrefer très réduit, reste ainsi une nécessité de construction; en même temps, la condition $\cos \varphi = 1$, absence de décalage, ne peut être réalisée que d'une manière approximative, puisque, si elle l'est complètement la machine n'est plus machine d'induction, mais machine synchrone.

Cette différence de conception semble résulter bien nettement des publications des inventeurs; et nous ne croyons pas nous tromper en interprétant comme nous venons de le faire, leur compréhension individuelle de ces phénomènes.

Courant alternatif simple. — Tout ce qui précède se rapporte au cas de courants polyphasés. En courant simple, les conclusions sont différentes. Les résistances entre touches du collecteur deviennent *indispensables* pour fonctionner comme *amortisseur* et étouffer la composante de champ qui tourne en sens inverse de la rotation. Mais toute autre forme d'amortisseur pourrait donner un résultat équivalent.

IV. *Points relatifs à la construction.* — L'excitation présente une difficulté de construction commune aux deux systèmes. Supposons le rotor, sans self-induction, alimenté sous la tension normale de 100 volts par exemple. Son bobinage agissant comme simple résistance, le courant d'excitation devra être seulement de 2 à 3 centièmes du courant normal pour que la puissance dépensée à l'excitation soit aussi les 2 ou 3 centièmes de la puissance normale. Comme d'autre part, les ampères-tours d'inducteur égalent au moins ceux de l'induit, le nombre de spires de cet inducteur-rotor devrait être 33 à 50 fois celui du stator. Mais au démarrage, le moteur est assimilable à un transformateur inerte. La tension induite dans le rotor s'élèverait donc à 33 ou 50 fois celle de l'alimentation, soit donc 3300 à 5000 volts.

Il est bien évident que cela est inadmissible, et que le moyen d'y remédier consiste à abaisser considérablement la tension d'alimentation de l'inducteur. Pour que l'effort exercé sur les isolants ne dépassent pas ceux exercés sur le stator, il faut abaisser la tension dans le rapport 1/33 au 1/50 c'est-à-dire à 2 ou 3 volts. Alors le courant et le bobinage sont tout à fait du même ordre de grandeur sur les deux parties, fixe et mobile, de la machine.

Un autre point douteux est la tenue des balais. Chez l'un comme chez l'autre inventeur, les courants qui traversent les balais sont non seulement ceux de l'excitation, mais aussi le courant complémentaire de glissement aussi bien dans la machine de M. Heyland que dans celle de M. Latour comme on l'a vu plus haut.

Cette tenue des balais est d'ailleurs un point sur lequel toute discussion est inutile; l'expérience seule permettra de juger de ce qui est admissible comme bonne condition de marche et de ce qui ne l'est pas. R.-V. Picou.



LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE DE L'EST-LUMIÈRE

Usine centrale. — Les bâtiments sont installés dans un terrain de 13 000 m², situé sur le bord de la Seine. Ils comprennent l'usine, formée d'un bâtiment de 56 m de long sur 22 m de large, un pavillon pour l'administration, un autre pour le logement des chefs électricien et mécanicien, un atelier de réparation et un magasin. La moitié environ du terrain reste disponible pour la construction ultérieure d'une deuxième usine identique à la première.

L'usine est prévue pour l'installation de six unités électrogènes de 800 à 1000 chevaux chacune; trois de ces unités sont dès maintenant installées et en marche.

La situation au bord de la Seine, avantageuse à bien des points de vue, présentait un inconvénient : le terrain, composé d'alluvions et de sable, est extrêmement meuble. On a, par suite, été amené à bâtir toute la salle des machines, ainsi que les cheminées, sur pilotis. Il a été ainsi battu 1200 pieux environ. Sur la tête de ces pieux on a établi une vaste plateforme en béton située à une cote supérieure au niveau des hautes eaux. Et c'est sur cette plateforme qu'on a élevée la charpente métallique de l'usine. Par suite de cette disposition, les sous-sols de l'usine sont à une cote légèrement supérieure à celle du sol primitif, et le sol extérieur actuel est en remblai sur l'ancien sol de 4 m environ (fig. 1).

La salle des machines comporte 7 fermes métalliques de 21 m de portée et de 19 m de hauteur, divisant la salle en 8 travées de 7 m de longueur. 6 travées, à droite et à gauche, sont occupées par les groupes électrogènes; dans les 2 travées centrales sont installés des groupes électriques transformant le courant triphasé à 5000 volts en courant continu à 125 volts pour l'excitation des alternateurs et pour les divers services de l'usine. Un avant-corps précède le centre de la façade. C'est là qu'est installé le tableau de distribution

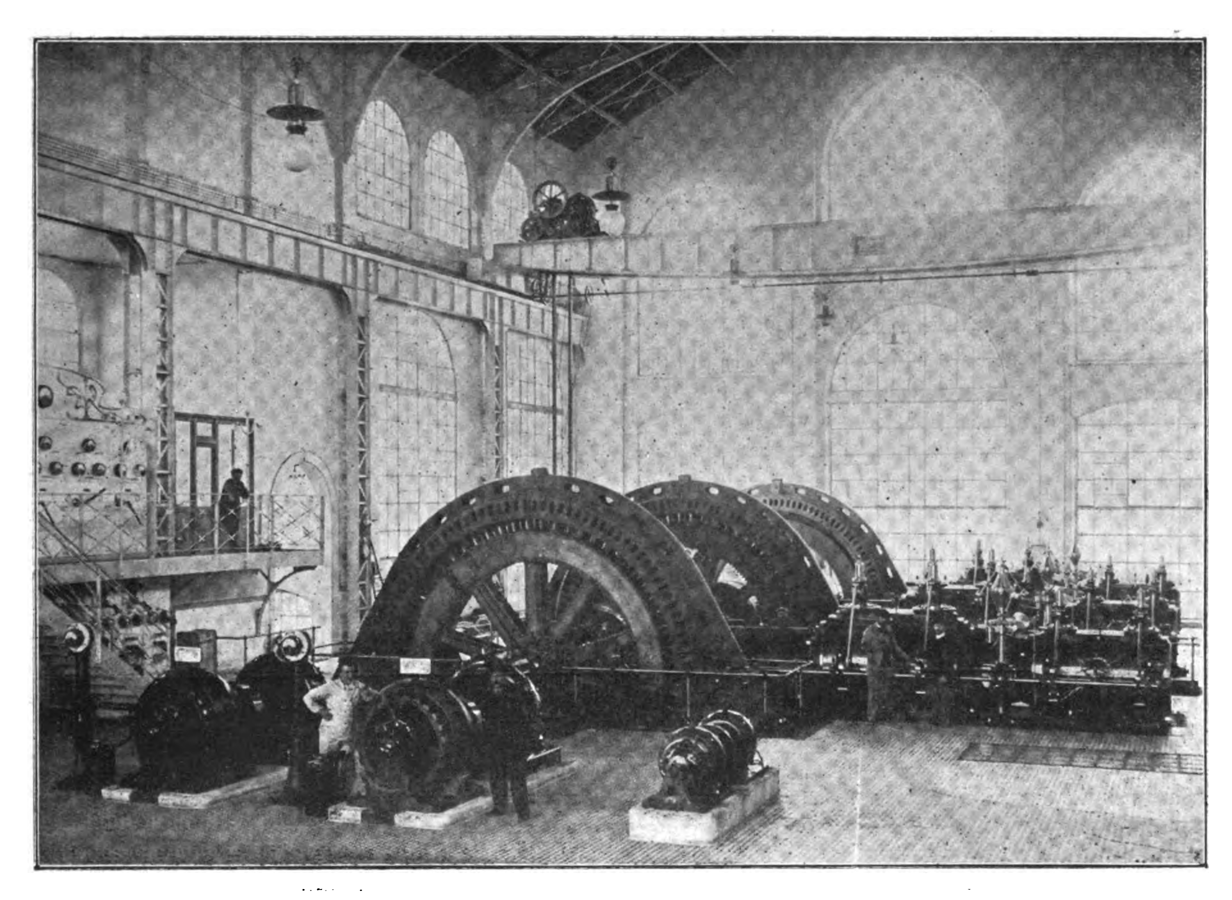


Fig. 1. — Salle des machines.

La salle des chaudières, accolée à la salle des machines, a la même longueur qu'elle (la moitié seulement en est actuellement construite). Deux cheminées de 50 m de hauteur, dont une seule est actuellement construite, domineront le bâtiment. Elles ont 5,5 m de diamètre extérieur au niveau du sol, et de 2,5 m de diamètre intérieur au sommet.

Chaudières. — La chaufferie comporte 6 batteries de 2 générateurs multitubulaires *Roser* de 260 m² de surface de chauffe chacun; chaque chaudière peut produire 3120 kg de vapeur sèche par heure, et est pourvue

de surchauffeurs donnant à la vapeur prise à la pression de 12 kg par cm² une surchauffe de 100° C.

Le collecteur de vapeur placé à la partie supérieure des chaudières, est double et réalise une distribution en boucle, de façon que, même en cas d'accident, on puisse assurer la continuité du service.

Les tuyauteries d'alimentation et de purge sont dissimulées dans des caniveaux recouverts de tôles striées. Les carneaux de fumée, dont la voûte forme le sol en arrière de la salle des générateurs, sont doubles, ce qui permet un nettoyage partiel, sans interrompre le service.

A la sortie des carneaux, les gaz chauds, avant de s'échapper dans l'atmosphère par la cheminée, sont utilisés à réchauffer l'eau d'alimentation en passant par deux *Économiseurs Green.*

Chacun de ces économiseurs comporte 288 tubes de 2,75 m de haut. Les raclettes sont mues au moyen de petits moteurs électriques de 2 chevaux installés à la partie supérieure de la maçonnerie. Ces économiseurs sont placés contre le pignon. Pour en faciliter la visite, la maçonnerie a été, à cet endroit, interrompue et remplacée par un grand rideau de fer mobile, qui permet d'atteindre facilement les organes sans démolir le moindre mur.

L'eau d'alimentation est prise dans un réservoir souterrain d'un volume de 156 m³, situé contre le pignon aval de la chaufferie.

Ce réservoir peut être alimenté à volonté par deux conduites différentes, l'une venant de la galerie d'aspiration des pompes à air des condenseurs, contenant de l'eau froide, l'autre venant de la galerie d'évacuation des eaux de condensation, et amenant de l'eau à une température de 30 à 40° C. Des robinets-vannes placés sur ces conduites permettent d'utiliser soit l'une, soit l'autre, et de régler l'arrivée de l'eau.

Un indicateur à flotteur, placé à l'intérieur de la salle des chaudières, fait connaître constamment le niveau de l'eau dans le réservoir.

L'eau, prise dans le réservoir, est refoulée dans l'économiseur par deux pompes verticales capables de débiter chacune 20 m³ à l'heure. Ces pompes, installées dans un petit appentis à côté de la cheminée, sont commandées par l'intermédiaire d'engrenages, au moyen de moteurs électriques de 12 chevaux excités en série, dont on peut facilement régler la vitesse. Le résultat a été pleinement satisfaisant; on peut arriver à faire de l'alimentation continue, même lorsqu'un seul générateur est en action, et la surveillance exercée par les chauffeurs est à peu près nulle.

On a, de plus, installé un petit cheval à vapeur alimentaire comme secours, dans le cas où un accident à la canalisation électrique mettrait momentanément les pompes hors de service.

Du collecteur, la vapeur se rend, par une double canalisation, dans le sous-sol de la salle des machines et traverse d'abord un sécheur de vapeur ; puis elle se trouve conduite aux cylindres haute pression des machines à vapeur.

Machines à vapeur. — Les machines à vapeur sont du système Sulzer, compound-tandem, de la maison *Carels*, de Gand ; à la pression de 10 kg par cm², et à la vitesse angulaire de 100 tours par minute, elles fournissent 700 chevaux effectifs avec une introduction au petit cylindre égale à 1/15 du volume du grand cylindre ; avec une introduction dans le petit cylindre de 1/8 du volume du grand cylindre, elles fournissent 1000 chevaux effectifs.

Les dimensions principales sont les suivantes :

Diamètre du petit cylindre	60 cm.
— du grand —	95 —
Course des pistons	105 —

Les volants de ces machines sont constitués par les parties tournantes des alternateurs, qui sont montées directement sur l'arbre et pèsent 38 tonnes.

Le coefficient d'irrégularité dans le tour est de 1/268 à pleine charge. Si l'on passe brusquement de la marche à vide à la pleine charge, ou inversement, la vitesse ne varie que de 6 pour 100 pour revenir à 3 pour 100 après 15 secondes, le modérateur étant ouvert en grand.

Ces machines sont munies de condenseurs par mélange. Elles peuvent également échapper à l'air libre.

Le condenseur est placé en dessous de chaque machine, dans le sous-sol de l'usine ; sa pompe à air est mue par une bielle commandée directement par la machine à vapeur.

Amenée de l'eau. — L'eau est prise à la Seine par une galerie située dans le prolongement de l'axe de l'usine. La section de cette galerie est de 2,69 m sur 1,10 m. Partant de la Seine, elle vient aboutir au mur portant les poteaux de l'appentis. Le fond du radier à la Seine se trouve à 1,24 m en contrebas du niveau des plus basses eaux, et remonte, en allant vers l'usine, de 5 mm par mètre ; il est encore à son extrémité à 1 m en contrebas du niveau des plus basses eaux. A sa jonction avec le bâtiment, la galerie forme une cuvette de 90 cm de profondeur, à double pente, dans laquelle viennent s'accumuler les dépôts de boue ; à cet endroit un puits, muni d'échelons, auquel on accède par un regard, permet de descendre sur un plancher d'où l'on peut procéder au curage de la cuvette. Avant la naissance de cette cuvette, le radier est barré par une murette de 22 cm de hauteur pour retenir, autant que possible, les boues dans la galerie. Enfin, en avant de la murette, la galerie est fermée par un châssis en métal Déployé destiné à arrêter les corps qui pourraient être entraînés par le mouvement de l'eau. Ce châssis peut être relevé au moyen d'un contrepoids, dans une chambre spéciale où l'on peut opérer son nettoyage. A la Seine, la galerie est fermé par une porte à barreaux.

De l'autre côté du mur qui termine la galerie d'amenée sous le sol de l'appentis, se trouve un *puits central* dans lequel sont installées trois pompes centrifuges, destinées à fournir l'eau d'injection des condenseurs.

Le radier de ce puits est constitué par une voûte renversée ayant 0,20 m de flèche, construite en briques dures de Vaugirard et reposant elle-même sur un massif de béton. Cette disposition a été adoptée pour que le radier puisse résister aux fortes pressions qui s'exercent lors des hautes eaux. Ce puits a 7 m de longueur, 2,10 m de largeur et 7,04 m de hauteur sous clef; il est construit en meulière, enduit intérieurement de ciment de Portland; ses murs ont 0,76 m et 0,775 m d'épaisseur et sont entretoisés par quatre voûtes vers le milieu de leur hauteur.

Les pompes centrifuges, installées dans le fond du puits, prennent l'eau de la galerie d'amenée par des tuyaux qui traversent le mur au moyen de presse-étoupes. Grâce à leur disposition, ces pompes n'ont que 1 m environ de hauteur d'aspiration ; cette installation est donc éminemment favorable à leur bon fonctionnement.

Des courroies verticales transmettent aux pompes centrifuges la force motrice produite par des moteurs électriques de 25 chevaux installés dans l'appentis, dans une chambre qui fait suite à la salle des machines.

L'eau, aspirée par les pompes centrifuges, est refoulée verticalement, puis horizontalement, dans une galerie dite *de refoulement* située au-dessus de la galerie d'amenée. Le niveau d'eau dans cette galerie est maintenu constant grâce à deux tuyaux de trop-plein venant déboucher dans la galerie d'amenée ; ces trop-plein sont munis de vannes, que l'on peut fermer pendant les fortes crues pour éviter l'inondation de la galerie supérieure: ces vannes sont manœuvrées d'une galerie spéciale, toujours à sec, d'où l'on peut également surveiller les tuyaux de refoulement.

La galerie de refoulement se prolonge, à droite et à gauche, par une galerie qui longe la façade de l'usine et dans laquelle viennent plonger les crépines d'aspiration des pompes à air des condenseurs. Cette galerie est coupée en deux par le puits central ; chaque partie intéressant trois machines a 23 m de longueur, 2,58 m de largeur et 2,95 m de hauteur sous voûte.

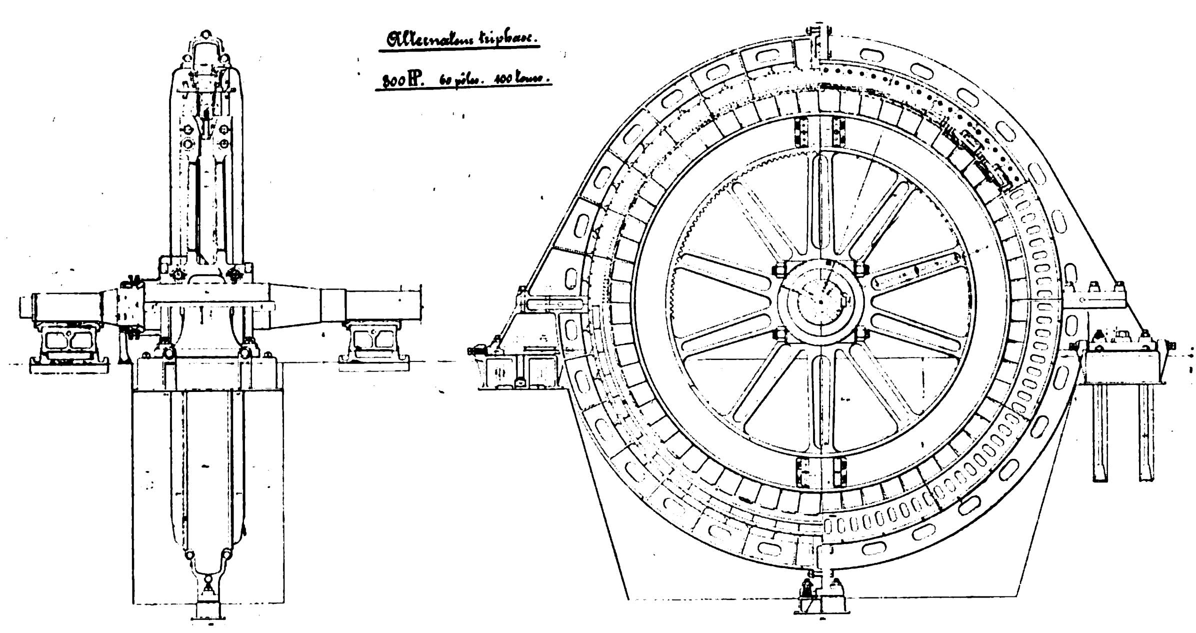


Fig. 2. Alternateur Alioth, 5000 volts, 540 kw. 50 périodes par seconde, 100 tours par minute.

Sur l'eau de cette galerie est installé un flotteur qui, par des relais électromagnétiques, fait fonctionner un indicateur de niveau placé dans la salle des machines.

L'eau, après avoir travaillé dans les condenseurs, est rejetée à une *galerie d'évacuation* également parallèle à la façade de l'usine, continue sur toute sa longueur, et en pente depuis le pignon amont jusqu'au pignon aval. Elle vient aboutir, en face du pignon aval, à une galerie d'évacuation à la Seine, dans laquelle l'eau ne peut entrer qu'après avoir traversé un *séparateur d'huile*, constitué par trois chambres séparées par des murs munis de chicanes. Par suite des grandes dimensions de ces chambres, la vitesse de l'eau y est presque nulle ; l'huile commence à remonter à la surface dans la première chambre, et s'arrête dans la chambre centrale en formant une couche épaisse ; l'eau s'échappe purifiée dans la troisième chambre par une ouverture située à la partie inférieure, et de là se rend à la Seine, ou bien peut également être dirigée dans le réservoir d'alimentation des chaudières.

Une petite galerie étanche longe le séparateur d'huile, et par des ouvertures vitrées donne vue sur les trois chambres ; c'est là que viennent aboutir des tuyaux qui, en communication d'autre part avec des flotteurs spéciaux, permettent de recueillir l'huile dans des tonneaux. Enfin, une galerie latérale, fermée par une vanne en temps ordinaire, permettrait, en cas de besoin, d'envoyer les eaux d'évacuation à la Seine sans passer par le séparateur d'huile.

Alternateurs. — Les alternateurs, dont la partie tournante, montée sur l'arbre de chaque machine à vapeur,

forme volant, sont du système *Alioth*, triphasés, d'une puissance de 540 kilowatts, à 2250 volts, pour un cos φ de 0,75, soit 720 kilovoltampères à la fréquence 50. Le diamètre total de la machine est de 0,37 m; celui de la partie tournante de 5,10 m. Les pôles bobinés, au nombre de 60, sont rapportés sur le volant de fonte. Ce volant, pesant 38 tonnes, est en deux pièces, assemblées par 4 boulons à la jante et 4 boulons au moyeu; de plus, il est claveté sur l'arbre et serré par deux frettes emmanchées à chaud (fig. 2).

L'induit est en quatre parties; le bas est supporté par un tabouret dans le fond de la fosse; le diamètre horizontal est à 0,68 m au-dessus du niveau du sol. Les tabourets horizontaux portent des vérins qui ont permis, lors du montage, de faire un réglage précis de l'entrefer. Comme dans toutes les machines Alioth, le bobinage est dissimulé derrière des calottes de protection en fonte ajourée.

Le poids total de chaque machine est de 58 tonnes.

Les alternateurs sont installés dans des fosses ménagées dans l'épaisseur des massifs de fondation des groupes électrogènes; l'alternateur se trouve ainsi complètement encastré, jusqu'à hauteur du sol de la salle des machines, dans des murs percés seulement de trous pour la sortie des câbles à un niveau bien supérieur à celui qu'a atteint la Seine lors des plus fortes crues connues; les enroulements sont donc complètement protégés, et même, en cas d'inondation du sous-sol, le service pourrait continuer sans interruption, en marchant simplement à échappement libre.

Excitation. — Le courant continu destiné à l'excitation des alternateurs et au service des pompes, ainsi qu'à l'éclairage, est produit par des dynamos de 75 kilowatts à 125 volts accouplées directement à des moteurs triphasés asynchrones à 5000 volts de 100 chevaux. Il y a actuellement deux de ces groupes installés au centre de l'usine qui en comportera trois lorsqu'elle sera complète.

Les moteurs sont du type bien connu à bagues et résistance de démarrage extérieure dans l'huile. Pour leur mise en marche, on a disposé près de chacun d'eux une colonne portant un ampèremètre et le levier de commande d'un interrupteur tripolaire haute tension placé dans le sous-sol sur un panneau de marbre; sont également dans le sous-sol les coupe-circuits qui protègent les moteurs.

Mais, pour mettre en marche les groupes d'excitation, il faut avoir du courant haute tension, c'est-à-dire un alternateur en marche; il était donc nécessaire, pour la première mise en route, — et, éventuellement, après un arrêt, pour une remise en route, — d'avoir une réserve de courant continu; elle est constituée par une petite batterie d'accumulateurs, sur laquelle on a également branché un éclairage de secours de l'usine, en cas d'arrêt des machines, par suite d'accident.

Cette batterie, de 400 ampères-heures au régime de 10 heures, est répartie dans deux chambres situées de chaque côté des moteurs des pompes centrifuges. L'une de ces chambres sert en même temps de salle de départ des câbles.

Tableaux. — Le tableau de distribution occupe une longueur de 14 m au centre de la façade; il est élevé de 2,45 m au-dessus de la salle des machines, qu'il sépare de l'appentis, dont les 4 m de profondeur ont permis une installation simple et méthodique des nombreux câbles, ainsi que des interrupteurs et des rhéostats, qui se trouvent tous derrière le tableau. Tout le long du tableau court une passerelle, d'où se fait le service; de son poste, l'électricien embrasse facilement du regard toute la salle des machines (fig. 3).

Les câbles amenant le courant produit par les alternateurs passent d'abord par les coupe-circuits, fixés sur les massifs mêmes, puis vont, en longeant le plafond du sous-sol, à la partie gauche du tableau. Cette partie comporte six panneaux de marbre, où sont montés les appareils des six alternateurs: sur chaque panneau, le levier actionnant à distance un interrupteur de 100 ampères sous 5000 volts, à rupture brusque dans l'air, sur charbons, le volant de manœuvre du rhéostat d'excitation avec résistance de décharge, un ampèremètre monté directement sur le courant, un voltmètre pris en dérivation sur un petit transformateur qui alimente également les lampes de mise en phase, et deux compteurs donnant la mesure de l'énergie produite par chaque machine.

A droite, sur un tableau semblable au premier, les six panneaux de départ comportent chacun un interrupteur et trois ampèremètres indiquant le débit sur les trois phases.

Au-dessus du centre du tableau des départs, un fronton en marbre décoré de bandes de cuivre porte les trois voltmètres généraux; un fronton de même aspect, au-dessus du tableau des alternateurs, porte quatre wattmètres, mesurant à chaque instant la puissance effectivement débitée.

Les barres réalisent une distribution en boucle et portent de nombreux interrupteurs de débranchement qui permettraient, en cas de besoin, d'isoler telle ou telle partie du tableau pour effectuer une réparation sans arrêter l'ensemble.

Ces barres, ainsi que les fils de toutes sortes, ont été peintes en trois couleurs, ce qui permet de distinguer au premier coup d'œil les trois phases; grâce à cette simple précaution, les connexions et les différents travaux sont singulièrement facilités.

Au rez-de-chaussée, de chaque côté des moteurs des pompes centrifuges, sont deux petits tableaux à courant continu. L'un porte les panneaux des dynamos, et comporte les appareils de commande et de contrôle habituels; l'autre comprend trois panneaux destinés l'un au service des accumulateurs, les deux autres aux différents circuits d'éclairage et de force motrice de l'usine.

Ces tableaux, ainsi que les colonnes de commande des groupes d'excitation, ont été établis sur les schémas de

la *Société d'Applications industrielles*, par la maison *Ellisson*.

Au-dessus du tableau se trouve installé un laboratoire de mesures, permettant de prendre l'isolement des câbles et d'étalonner les compteurs. Pour ne pas être gêné par les trépidations causées par les machines, le galvanomètre Deprez-d'Arsonval est porté par une suspension Julius, qui assure au *spot* une fixité complète. Des câbles à haut isolement permettent de faire, soit derrière le tableau, soit aux boîtes de jonction des câbles, les connexions désirables, et un fil de terre permanent plonge dans l'eau de la galerie d'amenée. Un petit téléphone permet à l'ingénieur qui fait les mesures de donner à son aide les ordres pour les connexions à réaliser.

Un pont roulant de 20 tonnes et de 20 m de portée, manœuvré à main, a servi au montage.

Un réservoir, monté sur pylône, reçoit l'eau prise dans un puits voisin par une petite pompe mue électriquement, placée sous ce pylône; de là, une canalisation la distribue dans l'usine.

Sur un appontement établi sur la berge, au-dessus de la galerie d'évacuation, est établie une grue mue par un moteur électrique, pour le déchargement des charbons. Les bennes, pleines de charbon, sont emmenées par une voie Decauville, tout d'abord pesées dès leur entrée dans l'usine, par un pont bascule imprimant le poids, puis conduites au parc à charbon situé derrière la chaufferie. Un nouveau pont bascule mesure la quantité de combustible introduite dans la salle de chauffe.

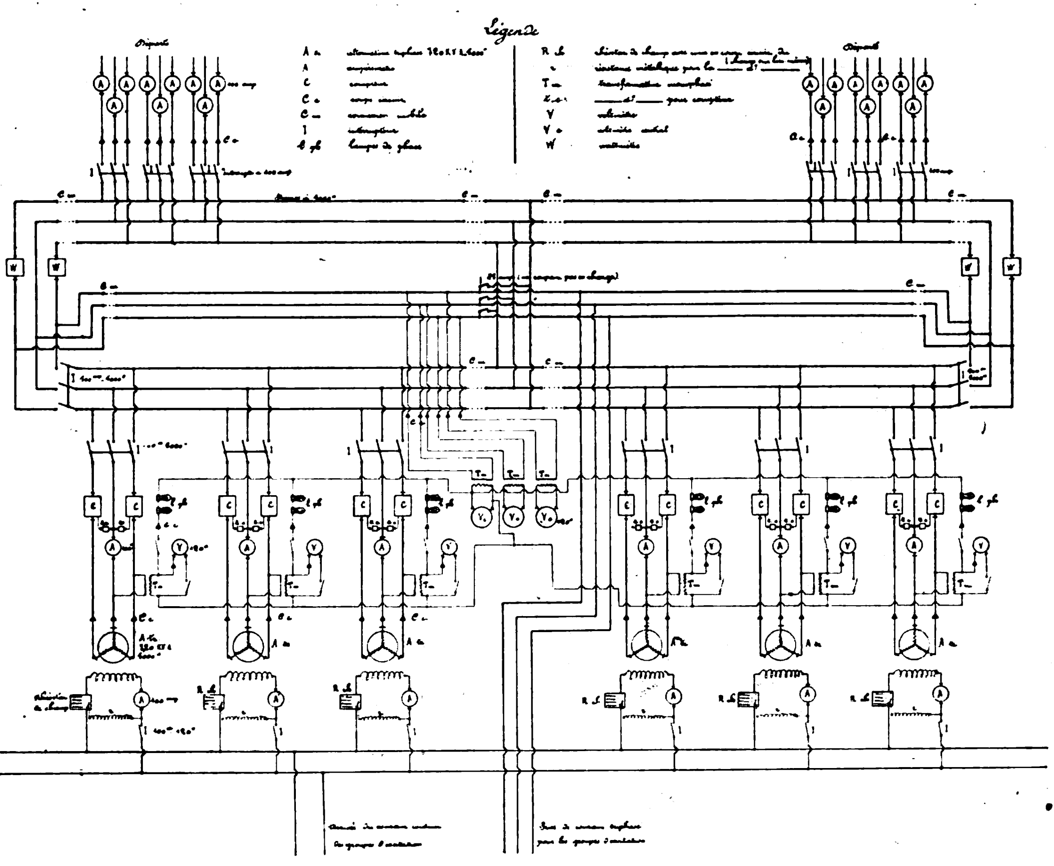


Fig. 3. — Schéma du tableau principal.

Des jetons sont mis par les chauffeurs dans des boîtes dont le contre-maître a la clef, en échange de chaque benne de charbon. La consommation de chacun d'eux est ainsi contrôlée. Bien entendu, ils sont encouragés, par des primes, à réduire autant que possible cette consommation.

Canalisations et sous-stations. — Le courant est transporté aux différents points d'utilisation par 6 feeders souterrains, constitués par des câbles armés à trois conducteurs. Ces feeders ont leur départ dans la chambre d'accumulateurs située à côté de l'entrée, où, dans des boîtes fixées au mur, ils se jonctionnent aux câbles venant du tableau de distribution. Ils sont ensuite dirigés deux par deux dans la même tranchée dans trois directions différentes : Ivry, Saint-Mandé et Saint-Maur. Les lignes ainsi doublées sont établies de telle sorte que chaque câble est suffisant pour transporter toute la charge prévue dans chaque direction. On est ainsi garanti contre toute interruption de service en cas d'accident sur un des câbles. Les canalisations restent toujours sous charge, jour et nuit.

Les arrêts pour les réparations ou les branchements (il y a quelques gros clients de force motrice branchés sur la haute tension) sont faits de préférence le dimanche. Des

boîtes de coupure permettent, en cas de besoin, d'isoler telle ou telle partie de la canalisation.

Sous-station d'Ivry. — Lorsque l'usine d'Alfortville fut mise en service, Ivry possédait déjà une assez importante distribution d'énergie électrique à courant continu à 3 fils, à la tension de 220 volts sur chaque pont. Cette distribution, qui avait d'ailleurs été imposée par la municipalité, a été conservée; l'usine génératrice a simplement été remplacée par une sous-station de transformation, composée de moteurs triphasés à 5000 volts actionnant par accouplement direct des génératrices à courant continu (fig. 4).

Les bâtiments de la sous-station actuelle comportent deux salles parallèles : dans l'une sont les machines, dans l'autre les accumulateurs.

Les câbles amenant d'Alfortville le courant à 5000 volts, viennent aboutir, de chaque côté de la porte de la salle des machines, à deux tableaux portant chacun un interrupteur, un voltmètre et deux compteurs.

De ce tableau, le courant se distribue aux moteurs par des câbles qui font le tour de la salle dans des caniveaux recouverts de tôles striées. Chaque moteur est relié à cette canalisation par une dérivation qui passe d'abord à travers 3 coupe circuits, un interrupteur de mise en marche et, pour l'un des fils, à travers un ampèremètre.

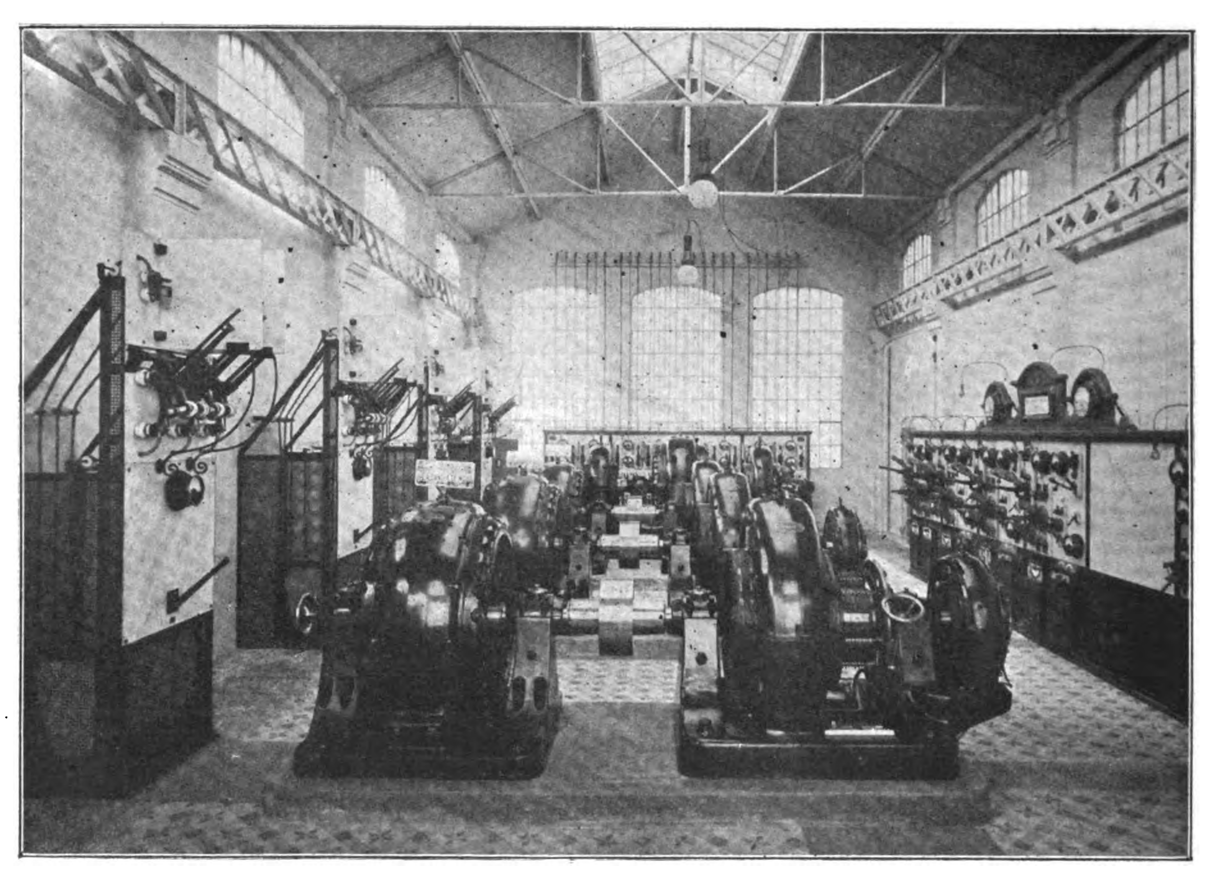


Fig. 4. — Sous-station d'Ivry.

Les groupes de transformation sont du système Alioth. Il y a trois groupes composés d'un moteur asynchrone à 5000 volts de 150 chevaux actionnant par entraînement direct une génératrice de 100 kilowatts à 250 volts; cette génératrice porte en bout d'arbre une survolteuse destinée à la charge des accumulateurs; deux de ces groupes assurent en général le service, un sur chaque pont; le troisième sert de réserve.

De plus, il existe un autre groupe de transformation, dit groupe *triplex*. Il est composé d'un moteur asynchrone de 300 chevaux, dont l'arbre prolongé porte à droite et à gauche les induits de deux génératrices semblables aux précédentes, mais cette fois, sans survolteuses.

Une place a été réservée pour l'installation ultérieure d'un deuxième groupe triplex de même puissance.

Le courant produit par les génératrices à courant continu est recueilli et contrôlé par un tableau placé en face de ces machines; sur les barres de ce tableau peuvent être mises en parallèle deux batteries de 350 ampères-heures (au régime de 5 heures), installées dans le bâtiment latéral.

Le courant, en quittant ce tableau, passe par deux compteurs de 1500 ampères chacun et va se distribuer sur le tableau des départs, d'où il gagne la canalisation aérienne. Signalons, comme particularité, que, dans les tableaux à courant continu d'Ivry, il n'y a pas de coupe-



circuits fusibles; ils sont partout remplacés par des disjoncteurs automatiques. On a placé seulement des plombs pour la protection des dynamos sur les dynamos mêmes.

Sous-station de Saint-Maur. — La vaste étendue de terrains comprise dans la boucle de la Marne, qui constitue la commune de Saint-Maur-les-Fossés était desservie, au moment où le remplacement de son usine par une sous-station fut décidé, par du courant alternatif simple à 3000 volts, produit par une usine à vapeur située près du pont de Bonneuil. Des transformateurs, répartis par groupes d'abonnés, abaissaient la tension de 3000 à 110 volts. Les canalisations, tant primaires que secondaires, étaient aériennes, presque exclusivement sur poteaux. Il fut décidé d'utiliser tel quel ce réseau, en remplaçant l'usine génératrice par une sous-station de transformateurs, abaissant la tension de 5000 à 3000 volts. La sous-station comprend trois transformateurs triphasés Alioth de 100 kilowatts chacun. Elle a été installée en un point plus central que l'ancienne usine et les feeders y ont été ramenés.

Nouveaux secteurs. — Pour les secteurs nouveaux, il n'a pas été créé de sous-stations. La distribution se fait en courant triphasé à 125 volts. Des postes de transformateurs sont répartis dans les localités à desservir; ils sont installés dans des kiosques en fer et maçonnerie. Les deux câbles haute tension viennent y aboutir. Un tableau basse tension porte des interrupteurs et coupe-circuits en nombre égal à celui des départs.

Ces départs se font en câbles souterrains qui vont se raccorder, en montant le long d'un mur voisin du kiosque, à la canalisation aérienne, établie sur potelets sur les toits, de façon à être aussi peu apparente que possible. Dans quelques endroits seulement, on a été contraint de planter des poteaux. Notons que dans les postes de transformateurs, comme dans les canalisations aériennes, on a reproduit partout les trois couleurs qui, à l'usine d'Alfortville, distinguent les trois phases. Cette mesure, tant pour le montage que pour l'entretien des lignes, rend aux ouvriers de grands services en leur facilitant leur travail.

Telle est, résumée dans ses grandes lignes, cette installation qui a été réalisée en un an à peine par la *Compagnie Est-Lumière* et la *Société d'Applications industrielles*.

Les excellents débuts de cette exploitation, encore dans son enfance, font bien augurer de l'avenir. La banlieue Est de Paris, très peuplée et très industrielle, a accueilli avec faveur les distributions d'électricité. Non seulement les abonnés à la lumière sont nombreux, mais aussi les abonnés à la force motrice. Grâce à sa puissante installation, l'Est-Lumière peut arriver à des prix de vente du courant extrêmement bas. Aussi voit-on chaque jour s'installer de nouveaux moteurs électriques, soit pour remplacer d'anciens moteurs à pétrole ou à gaz — et même quelquefois à vapeur, — soit pour les substituer aux chevaux ou à l'homme, comme le font, par exemple, les maraîchers qui remplacent par des moteurs électriques les manèges qui faisaient mouvoir leurs pompes.

Les moteurs triphasés surtout, si simples, si peu coûteux, d'un entretien si facile et d'une si complète sécurité de fonctionnement, se prêtent merveilleusement à toutes ces installations. Leur usage se généralisera sans aucun doute pour toutes les applications où l'on a besoin d'un moteur toujours prêt à fonctionner instantanément, et qui cesse de consommer au moment même où l'on cesse de s'en servir. A. Z.

SUR LES PROPRIÉTÉS ÉLASTIQUES

DES

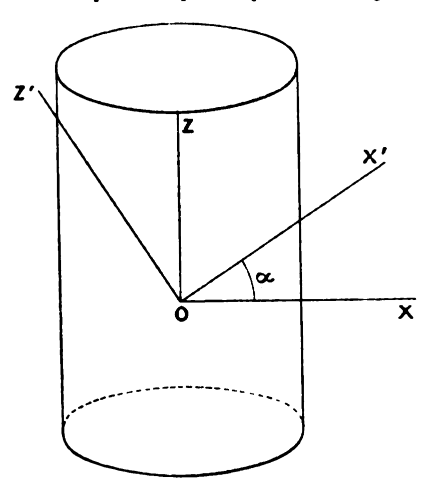
RESSORTS HÉLICOÏDAUX OU RESSORTS A BOUDIN

C'est en 1867 que, pour la première fois, Tait et lord Kelvin ont établi une théorie complète des ressorts en hélice dans leur *Natural Philosophy*. D'autres études ont été publiées ultérieurement par Clebsch, Kirchhoff, A. E. Lowe, etc. M. Joseph Warren Miller Jr, de *Columbia University*, a repris la question d'ensemble, établi des formules concrètes et vérifié expérimentalement leurs conséquences au laboratoire de mécanique de l'Université.

Comme la question des ressorts à boudin intéresse les électriciens qui en font usage dans bon nombre d'appareils de mesure (électrodynamomètres, wattmètres, etc.), nous croyons utile de résumer ici l'étude de M. J. W. Miller, renvoyant pour les résultats d'expérience au mémoire publié par l'auteur dans *The Physical Review*, de New-York, livraison de mars 1902.

Considérons un ressort en hélice dont la ligne élastique centrale affecte la forme d'une hélice de pente α et de rayon r.

En un point O de cette hélice traçons dans le plan tangent à l'élément passant par le point O, la génératrice du



cylindre OZ, la ligne horizontale OX, la tangente à l'hélice OX', et la ligne OZ' perpendiculaire à OX'.

Soit dl la longueur d'un élément de la ligne élastique centrale du ressort mesurée à partir du point O dans la direction OX'.

Le déplacement angulaire autour de l'axe du cylindre correspondant à cet élément, ou, ce qui revient au même, l'angle des deux plans méridiens passant par les extrémités de l'élément dl a pour expression :

$$\frac{dl \cos\alpha}{r}.$$

Cette rotation est équivalente à celle de ses composantes autour de OZ′ et de OX′ qui ont respectivement pour valeurs :

$$\frac{dl \cos\alpha \,.\, \cos\alpha}{r}; \qquad \frac{dl \cos\alpha \sin\alpha}{r}.$$

La première expression correspond à une simple flexion, la seconde à une simple torsion appliquée au fil.

Pour une hélice cylindrique droite, la flexion et la torsion linéaires auront respectivement pour valeurs :

$$\frac{\cos^2\alpha}{r}; \qquad \frac{\cos\alpha \,.\, \sin\alpha}{r}.$$

L'énergie potentielle d'un fil de longueur l, mesurée suivant sa ligne élastique centrale, tordu en hélice de pente α et de rayon r s'en déduit facilement.

Pour la partie relative à la flexion, l'énergie linéaire est proportionnelle à $\left(\frac{\cos^2\alpha}{r}\right)^2$; pour la partie relative à la torsion, elle est proportionnelle à $\left(\frac{\cos\alpha \,.\, \sin\alpha}{r}\right)^2$.

Le travail dépensé pour produire l'hélice de longueur l est donc égal à

$$\frac{1}{2} l \left(A \,.\, \frac{\cos^2\alpha \sin^2\alpha}{r^2} + \frac{B \cos^4\alpha}{r^2}\right),$$

en désignant par A le module de torsion et par B le module de flexion.

Posons :

$$\begin{array}{ll} z = l \sin\alpha & \varphi r = l \cos\alpha \\ z_0 = l \sin\alpha_0 & \varphi_0 r_0 = l \cos\alpha_0. \end{array} \qquad (1)$$

En désignant par

z_0, la longueur axiale initiale de l'hélice;
r_0, le rayon initial du cylindre de l'hélice;
φ_0, l'angle initial entre les deux extrémités de l'hélice;
z, r, φ, les quantités correspondantes après tension du ressort.

On aura pour expression de la courbure :

$$\frac{\cos^2\alpha}{r} = \frac{\varphi \cos\alpha}{l}.$$

Et la variation linéaire de courbure sera :

$$\frac{\varphi \cos\alpha - \varphi_0 \cos\alpha_0}{l}.$$

L'énergie potentielle linéaire due à la flexion est proportionnelle à

$$\frac{(\varphi \cos\alpha - \varphi_0 \cos\alpha_0)^2}{l^2}.$$

Cette partie correspondante de l'énergie pour le fil entier sera donc :

$$\frac{1}{2} \frac{B}{l} (\varphi \cos\alpha - \varphi_0 \cos\alpha_0)^2.$$

La variation de torsion linéaire sera

$$\frac{\cos\alpha \,.\, \sin\alpha}{r} - \frac{\cos\alpha_0 \,.\, \sin\alpha_0}{r} = \frac{\varphi \sin\alpha - \varphi_0 \sin\alpha_0}{l}.$$

L'énergie potentielle due à la torsion seule est donc :

$$\frac{1}{2} \frac{A}{l} (\varphi \sin\alpha - \varphi_0 \sin\alpha_0)^2.$$

L'énergie potentielle linéaire totale W est égale à la somme des deux :

$$W = \frac{1}{2} \frac{A}{l} (\varphi \sin\alpha - \varphi_0 \sin\alpha_0)^2 + \frac{1}{2} \frac{B}{l} (\varphi \cos\alpha - \varphi_0 \cos\alpha_0)^2.$$

Désignons par

F, l'effort longitudinal,

C, le couple de torsion,

On a pour l'effort longitudinal :

$$F = \frac{dW}{dz} = \frac{dW}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dz} = \frac{1}{l \cos\alpha} \cdot \frac{dW}{d\alpha}.$$

ou

$$F = \frac{A}{l^2} (\varphi \sin\alpha - \varphi_0 \sin\alpha_0)\, \varphi + \\ + \frac{B}{l^2} (\varphi_0 \cos\alpha_0 - \varphi \cos\alpha)\, \varphi \,.\, \text{tang}\,\alpha \qquad (3)$$

et pour le couple

$$C = \frac{dW}{d\varphi} = \frac{A}{l} (\varphi \sin\alpha - \varphi_0 \sin\alpha_0) \sin\alpha + \\ + \frac{B}{l} (\varphi \cos\alpha - \varphi_0 \cos\alpha_0) \cos\alpha. \qquad (4)$$

Si le couple appliqué est nul, l'équation (4) donne :

$$\frac{A}{B} = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} \cdot \frac{\varphi_0 \cos\alpha_0 - \varphi \cos\alpha}{\varphi \sin\alpha - \varphi_0 \sin\alpha_0}. \qquad (5)$$

En remplaçant dans (3) :

$$\frac{Fl^2}{A} = (\varphi \sin\alpha - \varphi_0 \sin\alpha_0)\, \varphi \sec^2\alpha. \qquad (6)$$

En développant le second membre en série de Maclaurin, on obtient pour valeur de F :

$$F = \frac{A\varphi_0^2}{l^2} \sec^2\alpha \left\{ \sin\alpha - \sin\alpha_0 + (2 \sin\alpha - \sin\alpha_0) \frac{\Delta\varphi}{\varphi_0} + \right. \\ \left. + \sin\alpha \left(\frac{\Delta\varphi}{\varphi_0}\right)^2 \right\} \qquad (7)$$

$$F = \frac{A\varphi_0^2}{l^2} \sec^2\alpha \left\{ z - z_0 + (2z - z_0) \frac{\Delta\varphi}{\varphi_0} + z \left(\frac{\Delta\varphi}{\varphi_0}\right)^2 \right\}. \qquad (8)$$

L'équation (8) montre que F varie sensiblement proportionnellement à $(z - z_0) \sec^2\alpha$, puisque $\frac{\Delta\varphi}{\varphi_0}$ est généralement petit.

Si on divise (3) par B, on a, avec l'équation (5) :

$$\frac{Fl^2}{B} = (\varphi_0 \cos \alpha_0 - \varphi \cos \alpha)\, \varphi\,.\,(\mathrm{tang}\,\alpha + \mathrm{cotg}\,\alpha) =$$

$$= \varphi_0 \cos \alpha_0 - \varphi \cos \alpha\,.\,\frac{2\varphi}{\sin 2\alpha}. \qquad (9)$$

En développant le second membre en série de Maclaurin :

$$F = \frac{2B\varphi^2_0}{l^2 \sin 2\alpha} \left\{ \cos \alpha - \cos \alpha_0 + (\cos \alpha_0 - 2 \cos \alpha) \frac{\Delta\varphi}{\varphi_0} - \right.$$

$$\left. - \cos \alpha \left(\frac{\Delta\varphi}{\varphi_0}\right)^2 \right\}. \qquad (10)$$

Des équations (7) et (10) on tire :

$$\frac{1}{A} = \frac{\varphi_0^2 \sec^2 \alpha}{Fl^2} \left\{ \sin \alpha - \sin \alpha_0 + (2 \sin \alpha - \sin \alpha) \frac{\Delta\varphi}{\varphi_0} + \right.$$

$$\left. + \sin \alpha \left(\frac{\Delta\varphi}{\varphi_0}\right)^2 \right\}; \qquad (11)$$

$$\frac{1}{B} = \frac{2\varphi_0^2}{Fl^2\,.\,\sin 2\alpha} \left\{ \cos \alpha_0 - \cos \alpha - (2 \cos \alpha - \cos \alpha_0) \frac{\Delta\varphi}{\varphi_0} - \right.$$

$$\left. - \cos \alpha \left(\frac{\Delta\varphi}{\varphi_0}\right)^2 \right\}. \qquad (12)$$

Lorsque $\Delta\varphi$ est négligeable, ces formules donnent A et B d'une façon indépendante. Cependant, en général, les termes en $\Delta\varphi$ ne peuvent pas être négligés dans l'équation (12). Pour des ressorts à faible pas, l'équation (11) donnera généralement une valeur suffisamment approchée de A.

Lorsque A et B sont déterminés, il est facile d'en déduire le module d'Young, la rigidité et le module de Poisson, ou rapport de la contraction latérale de l'allongement.

M. J. W. Miller a confirmé expérimentalement ces données théoriques et termine son étude par les conclusions suivantes :

a. La théorie statique des ressorts à boudin, telle que l'expriment les équations (1) à (4) données pour la première fois par Tait et lord Kelvin en 1867, ont été vérifiées expérimentalement.

b. La force nécessaire pour allonger un ressort hélicoïdal varie très approximativement en rapport direct avec le produit de l'allongement et le carré de la sécante de la pente. Les équations (7) et (8) donnent la loi exacte pour des valeurs finies de l'allongement.

c. Les ressorts hélicoïdaux allongés par une force axiale, mais sans torsion appliquée, subissent une torsion autour de l'axe de l'hélice. Cette torsion augmente jusqu'à un certain maximum et décroît ensuite d'une façon continue lorsque l'on augmente l'effort d'allongement.

d. La loi reliant l'allongement d'un ressort à la force qui lui est appliquée fournit une méthode commode pour déterminer le module de torsion et le module de rigidité du métal dont le ressort est formé.

e. Les observations des allongements pour la torsion maxima et la torsion nulle fournissent des méthodes indépendantes pour la détermination du module de flexion, du module d'Young et du rapport de Poisson.

g. Les méthodes indiquées permettent d'atteindre, dans le cas d'un ressort d'acier bien fait, une précision qui, en nombre rond, est de $\frac{1}{5000}$ pour le module de torsion, de $\frac{1}{2000}$ pour le module d'Young, et de $\frac{1}{500}$ pour le rapport de Poisson.

SUR LA REPRÉSENTATION MATÉRIELLE

DES

GRAPHIQUES A TROIS DIMENSIONS

Un grand nombre de phénomènes physiques, électriques en particulier, sont fonction de trois variables importantes, dont il n'est pas toujours facile de suivre les rapports respectifs des grandeurs. Il nous a semblé utile de passer rapidement en revue les moyens dont on dispose pour rendre leurs relations facilement compréhensibles et saisissables, soit dans un but d'enseignement technique, soit dans un but de détermination rationnelle des valeurs à donner à l'une des variables sur laquelle on ne peut agir que par variations finies que l'on a tout intérêt à répartir le plus judicieusement possible, afin d'éviter des à-coups ou des modifications inutilement trop lentes.

Le moyen le plus employé jusqu'ici consiste à tracer, en coordonnées cartésiennes, une série de courbes en fonction de deux variables, pour certaines valeurs déterminées de la troisième variable, et de porter toutes ces courbes sur un système de coordonnées communes.

Ce procédé est suffisant lorsque les courbes sont de forme simple et ne se coupent pas : si elles se coupent, la lecture devient difficile, et quelquefois même impossible. C'est ce qui arrive, par exemple, lorsqu'on veut suivre les variations de la charge ou de la décharge oscillante d'un condensateur en faisant varier l'amortissement jusques et au delà du point critique correspondant à la limite des décharges oscillantes.

Le plus simple, dans ce cas, consiste à tracer une série de diagrammes successifs en les disposant les uns à la suite des autres, ou les uns sous les autres, mais il est difficile de se faire une idée de la modification continue du phénomène dans le cas où l'amortissement varie d'une façon continue. On se trouve ainsi conduit à donner du *relief* à ces courbes, soit en les projetant en perspective (cavalière ou isométrique), soit en les disposant réellement dans l'espace dans les plans qu'elles doivent y occuper.

Les courbes représentées en perspective donnent bien une idée générale des variations du phénomène, mais les déformations de coordonnées nécessitées par les projections modifient les relations de leurs grandeurs relatives :

c'est ainsi, par exemple, que l'intersection de deux courbes successives ne correspond pas à l'égalité des variables.

On ne peut se faire une idée nette, exacte et rigoureuse des relations qu'en construisant ces courbes dans l'espace. C'est ce que nous avons fait, avec le concours des élèves de l'*École de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris*, pour l'étude des variations du couple des moteurs asynchrones à courants alternatifs simples ou polyphasés en fonction de la vitesse angulaire du rotor (de la valeur zéro au synchronisme), et de la résistance du rotor (depuis la valeur zéro jusqu'à celle où le couple n'a plus une valeur suffisante), dans l'hypothèse d'un champ alternatif ou tournant de grandeur maxima ou moyenne constante, et d'une self-induction du rotor également constante.

On peut réaliser ces courbes de plusieurs façons :

1° En les découpant sur une feuille de carton;

2° En les découpant sur une feuille de verre ou, mieux, de celluloïd transparent;

3° En les constituant à l'aide d'un fil de fer cintré à la pince sur la courbe préalablement tracée.

Après avoir essayé les trois procédés, nous avons reconnu que le troisième est le plus pratique, le plus économique et le plus frappant, et celui qui mérite d'être recommandé aux professeurs pour rendre tangibles des phénomènes dont les variations présentent une certaine complexité.

Parmi les phénomènes électriques auxquels ce mode de reproduction serait le plus utilement applicable, nous signalerons les suivants, dont nous poursuivons actuellement la réalisation :

Variation de l'excitation d'un alternateur à tension constante en fonction du courant et du déphasage de ce courant sur la tension;

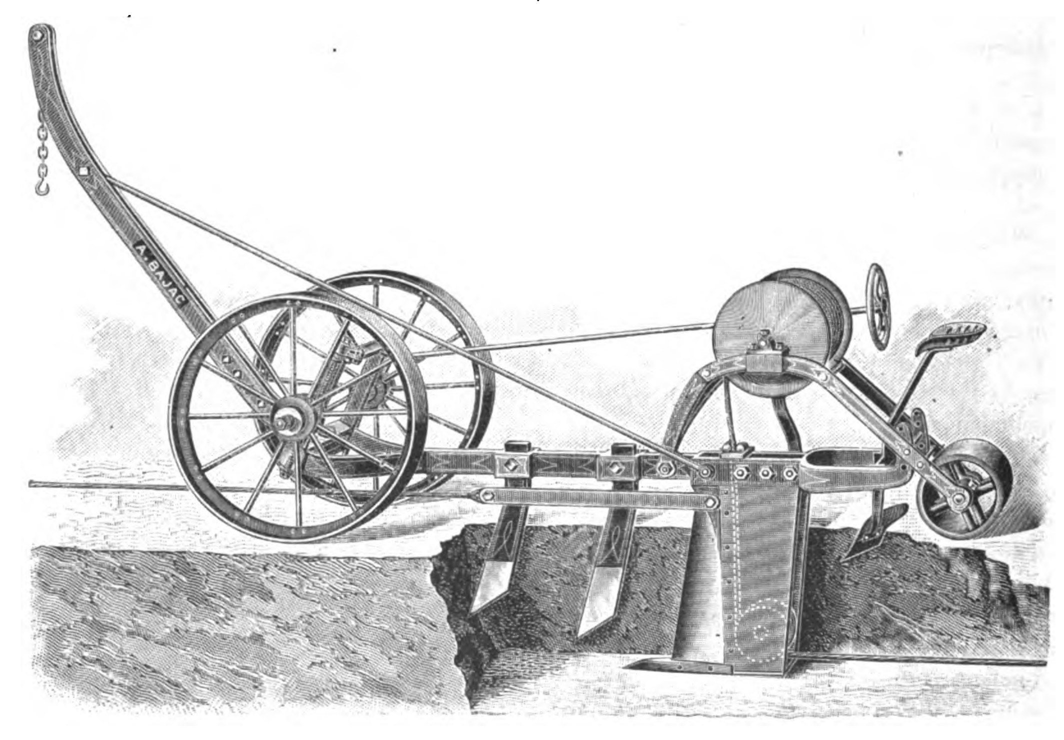
Variation du courant primaire d'un transformateur en fonction de la charge et du déphasage.

Variation de la forme du courant primaire d'un transformateur en fonction de la charge, etc. É. H.

CHARRUE
POUR
LA POSE EN TERRE DES CABLES ÉLECTRIQUES

Cet appareil est destiné à déposer en terre, à une profondeur de 70 à 80 cm sans ouverture d'aucune tranchée, les câbles métalliques, dûment isolés, pour applications électriques, telles que télégraphe, téléphone, transport d'énergie, éclairage, etc.

L'avant-train, le système de réglage en profondeur, et le mode de direction sont absolument les mêmes que pour les charrues défonceuses ou les polysocs à grand travail du système Bajac. Comme dans ces dernières également, le relevage se fait par l'action du moteur au moyen de la flèche placée à l'avant de l'appareil.



Charrue pour la pose en terre des câbles électriques de M. Bajac.

La partie travaillante est composée d'un très fort coutre qui ouvre dans le sol une saignée verticale à la profondeur indiquée ci-dessus et sans déplacement de terre; ce coutre porte à sa partie inférieure une pointe conique destinée à donner à l'appareil la force d'agres-

sion et la stabilité nécessaires; deux autres coutres de moindres dimensions commencent à ouvrir la saignée et facilitent le passage du coutre principal.

A l'arrière de ce dernier sont ajustées deux plaques métalliques entre lesquelles est logée, au bas et à l'arrière, une poulie à gorge conductrice du câble à poser. Celui-ci est enroulé sur une bobine tenue au-dessus du corps de charrue par un dispositif formé de deux branches courbes; par l'effet de l'avancement de la charrue, il se déroule librement et, guidé par une paire de galets et la poulie à gorge dont il vient d'être parlé, il se trouve déposé au fond du sillon creusé par le soc conique; un rouleau adapté à l'arrière de l'appareil égalise le terrain, fait disparaître toute trace du passage de la machine et sert en même temps de régulateur de profondeur pour la pose du câble.

Tout le système est porté sur deux roues d'égal diamètre qui, montées sur glissières à vis de rappel, sont déplaçables dans le sens vertical indépendamment l'une de l'autre et, concurremment avec le rouleau ci-dessus, déterminent l'entrure du soc et, par suite, la profondeur de pose.

Notre attention a été appelée sur cette charrue spéciale, construite par M. Bajac, de Liancourt, par une circulaire nous invitant à la visiter au récent concours agricole, tenu au Palais des Machines en avril dernier.

Cet engin est destiné à la pose éventuelle d'un câble de la ligne transsaharienne (entre Gabès et le lac Tchad), et a été construit pour la *Société française de Télégraphes et de Téléphones sans fil.* (Absolument authentique.)

A. Z.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les illuminations électriques. — Aux approches du couronnement on voit de tous côtés de grands préparatifs pour illuminer les rues et les maisons d'une manière convenable. Les installateurs de gaz se sont présentés il y a longtemps avec des projets d'illuminations, mais, comme dans cette industrie il n'y a rien de nouveau, les appareils sont limités aux tuyaux ordinaires perforés, et aux tableaux et portraits en verre colorié.

Avec l'électricité, au contraire, on a présenté toutes sortes de systèmes nouveaux et ingénieux; aussi les marchands font de leur mieux pour profiter autant que possible de cette occasion courte mais importante. Plusieurs des projets viennent du continent, tels que les bustes illuminés du roi et de la reine, ainsi que toutes sortes de lanternes en papier, etc. Mais les électriciens ont aussi quelque chose à montrer dans les nouveautés, et la principale en est le système E. L. B. Quoique ceci ne soit pas absolument nouveau, parce que la Compagnie anglaise l'a employé en France dans des occasions récentes, on l'a bien perfectionné et étendu. En plus des tableaux en bois ordinaires, que l'on illumine avec des lampes, la Compagnie vend aussi des couronnes, des auréoles, des lettres et d'autres dessins, à l'aide d'un câble spécial sur lequel on peut insérer des lampes partout. La *General Electric C°* a présenté plusieurs projets très artistiques sous la forme de portraits, lettres, couronnes, etc., illuminés en combinaison avec des boucliers, des drapeaux et des ballons coloriés en celluloïd — et ces derniers sont peut-être les plus beaux que nous ayons vus. Elle vend aussi des illuminations moins coûteuses, telles que de longues feuilles et des fleurs en couleur, montées avec des lampes.

Les deux journaux électriques principaux, l'*Electrical Review* et l'*Electrical Times*, ont consacré leurs deux dernières éditions presque entièrement à cette question, pour donner aux industriels électriciens toute facilité de vendre leurs marchandises.

La lumière électrique dans la cathédrale de Saint-Paul. — Une des plus importantes installations de notre pays est celle de la cathédrale de Saint-Paul. Jusqu'à présent l'éclairage du chœur seulement est achevé, et l'inauguration a eu lieu le dimanche de Pâques; on espère finir l'autre partie pour la Pentecôte.

L'éclairage du chœur est fait au moyen de six lustres suspendus au plafond par des tuyaux dorés. Chaque lustre porte six lampes à incandescence, mais en addition il y a aussi plusieurs autres lampes qui sont cachées et qui illuminent la partie supérieure du lustre et le toit voûté. Les lustres eux-mêmes sont tous dorés et ils sont d'un goût et d'un travail excellents, ils ressemblent à une couronne.

Dans le dôme il y aura huit lustres et la nef sera illuminée de lampes spéciales. Cette installation a été faite par MM. Benson et Cie, de New Bond Street, et elle est le don du millionnaire américain M. Pierpont Morgan.

Station centrale hydraulique. — Le chemin de fer du North Eastern se propose de faire une installation électrique à la station et aux garages de Kirkby Stephen, une petite ville dans la province montagneuse de Westmorland. MM. Gilbert Gilkes et Cie, ingénieurs électriciens et hydrauliciens de Kendal, entreprendront cette affaire. On emploiera une chute d'eau qui se trouve dans le bassin du fleuve Eden, assez près de la gare, pour actionner une turbine et une dynamo. On transmettra le courant ainsi obtenu au moyen d'une ligne aérienne à une grande batterie près de la gare, et de là on le distribuera par des câbles armés souterrains à d'autres moteurs. On se propose d'illuminer la gare, les signaux, les usines de la gare, etc., par ce moyen. On installera un ascenseur électrique pour les bagages, capable d'élever une tonne, et les machines dans l'atelier seront actionnées au moyen d'un moteur électrique, au lieu de la machine à vapeur employée jusqu'à présent.

La commission pour l'étude des effets de la foudre. — Cette Commission fut organisée en janvier 1901 par l'Institut des British Architects et l'Institut des Surveyors, dans le but d'obtenir des observations exactes de l'action de la foudre sur les édifices, afin de rendre le mode de protection plus efficace. Plusieurs personnes, partout dans le Royaume-Uni et dans les colonies, ont rendu de grands services en faisant une photographie immédiatement après qu'un édifice a été frappé par l'éclair.

Jusqu'au mois de décembre 1901, soixante cas d'incendie avaient été enregistrés par la Commission, et de ce nombre, douze avaient été fournis pour un système de paratonnerre. En 1882, la conférence sur les paratonnerres avait recommandé un certain système, mais jusqu'à présent, on n'a pas reçu assez d'observations pour savoir si ce système est assez efficace comme protection contre les éclairs.

Plusieurs Sociétés scientifiques soutiennent ce Comité de recherches, soit par une subvention en argent, soit par des membres qui font des observations sur ce sujet.

Un appareil électrique pour enregistrer la vitesse dans les épreuves des automobiles. — Récemment, aux essais de vitesse des automobiles qui eurent lieu à Qunton Park, près de Cromer, la résidence de lord Suffield, sous les auspices de l'Automobile Club, on a essayé pour la première fois un appareil électrique très ingénieux, qui indique avec la plus grande exactitude la durée du temps employé par les automobiles concurrentes.

L'appareil est de l'invention de M. J. E. Hutton, J. P., qui est bien connu dans les cercles automobiles. La piste de Qunton Park est pareille à un S avec des courbes à pente, et ainsi il n'était pas possible que les surveillants au commencement et à la fin de la course puissent se voir en sorte qu'un système d'enregistrement du temps était nécessaire.

On installa un fil de la maison jusqu'à la course, et on mit un fil en travers de la voie à la fin et au commencement de la course. Aussitôt que les roues passent sur ces fils, un circuit est automatiquement coupé, et un signal est envoyé aux divers points, de sorte que les surveillants peuvent savoir tout de suite l'instant où chaque automobile est passée à travers la ligne. Cette nouvelle méthode réussit bien, et on l'emploiera encore.

Le chemin de fer électrique de London et Brighton. — Quoique le bill pour légaliser le chemin de fer électrique qu'on a projeté entre Londres et Brighton n'ait pas passé au Parlement, on peut bien en voir les effets sur le Brigthon and South Coast Railway, qui considère maintenant sérieusement la possibilité d'exploiter des trains électriques à Brighton même.

M. Forbes, le directeur de ce chemin de fer, dit qu'aussitôt qu'il y aura un système électrique capable de faire marcher les trains à grande vitesse le long d'une ligne de 80 km, on l'adoptera; il a dit aussi que sa Compagnie demandera la permission de construire des stations de génération d'électricité partout sur leur ligne. De cette manière cette Compagnie empêchera toute personne d'empiéter sur son domaine ou de la forcer de faire des progrès.

Un appareil télégraphique imprimeur. — On a essayé ici avec succès un instrument qui est fabriqué sous les brevets d'invention de MM. Stelje et Kiggnes. Il diffère d'autres instruments de sa classe en n'ayant pas besoin de pile. Le mouvement de la main actionne une machine magnéto, qui fournit de faibles courants alternatifs qui peuvent très bien actionner le mécanisme imprimeur. Cet instrument consiste en deux parties, le manipulateur et le récepteur imprimeur. Le manipulateur comporte un disque plat avec une double ligne de lettres et de chiffres, une aiguille, un nombre de clefs autour du disque qui correspondent en nombre avec les lettres, et une manivelle, dont le mouvement change la position de l'aiguille et au même moment actionne la magnéto.

La portion d'impression de l'instrument est telle que la lettre, en face de laquelle l'aiguille s'est arrêtée sur le disque est imprimée par une roue des types sur un ruban de papier. Le mécanisme est simple et délicat, et lorsqu'on l'essaya sur un circuit de quelques kilomètres de longueur, en connection avec un circuit téléphonique du Gouvernement, il fonctionna parfaitement.

En pratique, on monte à chaque bout de la ligne un instrument complet, consistant en un transmetteur et un récepteur, de sorte que le message n'est pas seulement enregistré par celui qui le reçoit, mais aussi pour celui qui le transmet. Des opérateurs spéciaux ne sont pas nécessaires pour utiliser cet instrument, car la dépression d'une clef et un tour de manivelle sont tout ce qui est nécessaire. Il n'y a pas de batterie pouvant se déranger, et il y a aussi plus de secret. Si on le désire, on peut enfermer l'instrument récepteur dans une boite.

On peut bien apprécier les avantages d'un tel instrument. Les autorités écossaises l'ont adopté. C. D.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 7 avril 1902.

Sur les conditions de stabilité des automobiles dans les courbes. — Note de M. A. Petot. — L'objet de cette Note est d'indiquer les conditions à remplir dans la construction et la conduite des voitures automobiles pour éviter, autant que possible, les accidents par dérapage ou par renversement.

Pour tenir compte de l'action des ressorts de suspension et du mode de fonctionnement des mécanismes de direction, j'ai dû substituer à la voiture réelle un schéma qui en diffère nécessairement un peu. Les calculs étant en outre très complexes, les termes les plus importants ont seuls été conservés; si donc je me permets de présenter à l'Académie mes résultats, c'est seulement à titre de premier essai, et aussi pour marquer dans quel sens il y aurait lieu de faire des recherches expérimentales.

Soient P le poids total d'un automobile; P_1 et P_2 les charges de l'essieu moteur et de l'essieu directeur au repos; $2e$ l'écartement des roues; l l'empattement; K le rayon de giration de la voiture autour de la verticale passant par son centre de gravité; h la hauteur de ce point au-dessus du sol; f_1 le coefficient de traction en régime normal; v et γ la vitesse et l'accélération à l'instant t; θ et ρ les valeurs, à ce même instant, de l'angle de braquage des roues directrices, et du rayon de courbure de la route.

Le premier cas à considérer est celui du mouvement circulaire uniforme, et l'on doit tout d'abord chercher, pour chaque essieu, le rapport α entre la force qui tend à produire le glissement transversal des roues et la charge normale qui s'y oppose. On obtient respectivement pour l'essieu moteur et l'essieu directeur,

$$\alpha_1 = \frac{v^2}{\rho g}\left(1 - \frac{h}{l}\frac{Pf_1}{P_1}\right), \qquad (1)$$

$$\alpha_2 = \frac{v^2}{\rho g}\left(1 + \frac{h}{l}\frac{Pf_1}{P_2}\right); \qquad (2)$$

c'est donc à l'avant que le glissement latéral a le plus de tendance à se produire. Pour l'éviter, il suffit que l'on ait

$$\frac{v^2}{\rho g}\left(1 + \frac{h}{l}\frac{Pf_1}{P_2}\right) < f', \qquad (3)$$

en désignant par f' le coefficient d'adhérence transversale. Les deux rapports α_1 et α_2 marquent ainsi pour chaque essieu, dans le cas du mouvement circulaire uniforme, la fraction utilisée de l'adhérence transversale; la stabilité de la voiture sera d'autant mieux assurée qu'ils seront plus éloignés de f'.

Il faut, en outre, que l'on ait

$$v^2 < \frac{\rho g e}{h}, \qquad (4)$$

pour que la voiture ne puisse pas se renverser sur le côté; et l'on doit prendre pour le maximum de v la plus petite des valeurs limites précédentes. Le renversement n'est d'ailleurs pas à craindre, quand l'inégalité

$$e > hf' \qquad (5)$$

est encore vérifiée, lorsque l'on attribue à f' sa valeur pratique maxima.

Quand la vitesse v augmente, le rayon de courbure ρ restant constant, la tendance au dérapage diminue à l'arrière, mais elle s'accentue à l'avant. Le coefficient α_2 augmente approximativement de

$$\Delta\alpha_2 = \alpha_2 \frac{\gamma}{g}\frac{Ph}{P_2 l}. \qquad (6)$$

L'inverse se produit quand v diminue; on a alors

$$\Delta\alpha_1 = \alpha_1 \frac{\gamma}{g}\frac{Ph}{P_1 l}, \qquad (7)$$

en désignant cette fois par γ la valeur absolue de l'accélération de retard.

De là en particulier, pour la manœuvre des freins, la conséquence suivante : afin d'éviter le dérapage à l'arrière, on doit les serrer progressivement, et atteindre seulement le freinage maximum quand la vitesse est assez diminuée pour que l'on ait

$$v^2 < \frac{\rho g f'}{1 + \frac{hf'}{l}}. \qquad (8)$$

A l'entrée dans une courbe, ou plus généralement lorsque la courbure croît, la tendance au glissement latéral s'accentue à l'avant; on a

$$\Delta\alpha_2 = \frac{PK^2 v}{P_2 l^2 g}\frac{1}{\cos^2\theta}\frac{d\theta}{dt}. \qquad (9)$$

L'inverse se produit quand la courbure décroît, et en particulier à la sortie d'une courbe; on a alors

$$\Delta\alpha_1 = \frac{PK^2 v}{P_1 l^2 g}\frac{\cos^2\theta}{1}\frac{d\theta}{dt}, \qquad (10)$$

en prenant pour $\frac{d\theta}{dt}$ sa valeur absolue.

Ces formules montrent que l'on doit, à cause du facteur $\frac{K^2}{l^2}$, distribuer les masses sur un automobile, de manière à diminuer, autant que possible, son rayon de giration par rapport à la verticale passant par son centre de gravité. Il est en outre utile que cette dernière droite soit un axe principal d'inertie, si l'on veut tourner aussi facilement d'un côté que de l'autre.

De même, en écrivant que $\alpha_1 + \Delta\alpha_1$ et $\alpha_2 + \Delta\alpha_2$ restent inférieurs à f', on obtient, pour les divers cas, la limite maxima, en valeur absolue, de la vitesse $\frac{d\theta}{dt}$ avec laquelle on peut faire tourner sans danger les roues directrices. Comme cette valeur limite diminue quand la courbure croît, on a là une indication dont il est nécessaire de tenir compte dans la disposition et la manœuvre des mécanismes de direction.

Les formules précédentes montrent aussi qu'il faut toujours disposer d'un certain temps et par suite d'un certain espace, pour passer d'une courbure à une autre. Il ne suffit donc pas, dans le tracé d'une route, de raccorder les courbes entre elles ou avec les parties droites; mais le rayon de courbure de la ligne médiane doit encore varier d'une manière continue.

Supposons, par exemple, que l'on ait raccordé directement, en un point *M* d'une route, deux cercles de rayons différents ρ et ρ'. Comme on ne peut pas passer brusquement, du moins sans déraper, de la courbure $\frac{1}{\rho}$ à la courbure $\frac{1}{\rho'}$, on prendra instinctivement, en arrivant en *M*, sur la largeur de la route, ce qui manque dans le sens longitudinal. Mais alors, si la voie est encombrée, cette ressource fera défaut, et l'on sera exposé à quitter la ligne médiane, dont on ne pourra pas, faute de temps et d'espace, suivre la courbure, et à prendre la route par le travers. C'est là probablement la cause réelle d'un certain nombre d'accidents graves arrivés dans ces derniers temps, et attribués à un défaut de fonctionnement du mécanisme de direction.

Oscillations propres des réseaux de distribution. — Note de M. Brillouin, présentée par M. Potier. — M. Pomey a publié, dans les *Comptes rendus* du 24 mars 1902, une démonstration simple et rapide d'une propriété importante des réseaux de distribution électrique : en l'absence de condensateurs, les intensités des courants sont toutes de la forme $\Sigma Ce^{\lambda t}$ où les λ sont réelles et négatives. Il n'y a pas d'oscillations amorties ou non.

Cette propriété est connue depuis très longtemps; j'en ai donné la démonstration dans ma Thèse de Mathématiques, parue en janvier 1881, dans les *Annales de l'École Normale supérieure*; mais je me suis aperçu quelques années plus tard, en prenant connaissacce d'anciens Mémoires d'Helmholtz, que cette proposition a été énoncée et démontrée formellement par von Helmholtz en 1851, il y a 51 ans, dans son Mémoire *Ueber die Dauer und den Verlauf der durch Stromesschwankungen inducirten electrischen Strome* [*Pogg. Ann. der Phys. und Chemie*, Bd. LXXXIII, p. 505-540 (p. 513-514)], reproduit dans ses Mémoires, p. 419-462, n° XXV (p. 436-438).

JURISPRUDENCE

BAIL — TÉLÉPHONE — PROPRIÉTAIRE ET LOCATAIRE

Il y a, dans les villes où est établi le téléphone, deux catégories d'usagers : les uns, qui ont la libre pratique de tout le réseau et qui peuvent correspondre directement avec tous les abonnés inscrits; les autres, qui ne peuvent s'en servir qu'en s'adressant à un intermédiaire, lequel a seul la communication directe avec le réseau et peut seul les en faire profiter. Parmi les usagers de cette seconde catégorie, qui comprend notamment les locataires d'un certain nombre d'immeubles ayant un poste téléphonique établi dans la loge du concierge, on peut faire une sous-distinction. Le concierge ayant exclusivement et en tous cas le maniement de l'appareil téléphonique, dans certains immeubles les locataires des appartements situés aux différents étages sont obligés de descendre auprès de lui pour correspondre avec la ville. Dans d'autres, ils ont de leur appartement à sa loge une communication distincte qui les exempte sans doute de ce déplacement pour entrer en relations avec le poste de l'immeuble, mais ne les relie pas directement avec le réseau urbain. S'ils veulent obtenir l'assimilation complète avec les abonnés, ils le peuvent, mais l'administration des téléphones a droit alors à la perception d'une taxe supplémentaire qui représente le prix du service personnel de l'abonné, et en déduction de laquelle est précomptée celle qui est déjà payée par l'immeuble pour le service collectif.

Le propriétaire de l'immeuble acquittant personnellement cette dernière taxe, à qui incombe le paiement de la taxe supplémentaire de rattachement? En principe et en l'absence de toute clause du bail, à l'abonné nouveau qui veut profiter du bénéfice de la transformation. Mais la convention de location peut en disposer autrement : elle peut mettre cette indemnité à la charge du propriétaire.

Lorsque la clause est explicite, il n'y a qu'à l'appliquer. Mais elle peut être ambiguë et prêter à interprétation. Il en sera ainsi notamment lorsque le bail se bornera à dire que le locataire aura l'usage du téléphone. En pareil cas, ce locataire pourra-t-il exiger que le propriétaire lui fasse installer un poste direct avec la ville et en supporte l'abonnement? ou bien, au contraire, le propriétaire ne sera-t-il pas fondé à soutenir qu'il n'avait en vue que l'état de choses existant? C'est en ce dernier sens que vient de se prononcer, par un jugement du 4 février 1902, le Tribunal civil de la Seine, infirmant partiellement une décision de justice de paix rendu en sens contraire, dans une espèce d'ailleurs tout à fait favorable, puisqu'il paraissait résulter de la correspondance échangée entre les parties que le locataire lui-même avait interprété ainsi cette clause.

Attendu, lisons-nous dans ce jugement, que la clause du bail qui prévoit pour M. R... l'usage du téléphone avec la ville et le concierge ne concerne que le poste téléphonique installé chez le concierge pour communiquer avec la ville et l'appareil permettant la communication avec le concierge;

Attendu que cette clause ne peut viser l'installation chez R... d'un poste supplémentaire lui permettant de communiquer directement dans son appartement avec la ville en empruntant le poste installé chez le concierge;

Attendu que R... a interprété lui-même cette clause dans ce sens puisqu'il résulte de sa correspondance échangée avec son propriétaire, notamment de trois lettres en date du 10 février, 1er mars et 26 mai 1900, qui seront enregistrées avec le présent jugement, qu'il s'est engagé à payer les frais d'installation de ce poste supplémentaire, et le montant de l'abonnement;

Attendu qu'il résulte des considérations qui précèdent, que les engagements pris par R... ne sont pas le résultat d'une erreur d'interprétation du bail; que le jugement doit être infirmé de ce chef;

Par ces motifs :

Infirme le jugement; décharge W... de la condamnation à 30 fr pour remboursement à R...; condamne ce dernier à payer à W... la somme de 93,60 fr, montant de sept trimestres d'abonnement, etc....

Nous croyons qu'il convient de généraliser cette décision et qu'à moins de circonstances d'espèces tout à fait déterminantes, il faut l'étendre à tous les cas où un locataire entre en possession d'un appartement qui ne se trouve relié avec le téléphone que par le moyen d'un poste situé chez le concierge de l'immeuble. Nous croyons en d'autres termes, qu'en présence d'un pareil état de choses, il ne peut compter sur d'autre installation, et que c'est à cette organisation seulement qu'il a dû rapporter les clauses de son bail. En vain on dirait que de pareilles dispositions sont inutiles en présence d'un état de choses qui semble s'expliquer de lui-même et qui paraît exclusif d'une charge quelconque pour le locataire, puisque c'est l'immeuble seul qui se trouve en face de l'administration. Il y a bien d'autres cas où l'administration n'a comme répondant que le propriétaire et où celui-ci se récupère cependant sur les locataires. Telle est l'hypothèse pour certains impôts, et notamment pour les taxes de remplacement de l'octroi de Paris. Il peut donc paraître convenable de s'en expliquer. En vain encore on peut faire remarquer qu'une pareille interprétation ne s'impose plus si l'immeuble, au moment de l'entrée en jouissance du locataire, n'était relié avec le réseau urbain par aucun fil, et qu'il y a quelque chose de paradoxal à exonérer de la sorte le propriétaire d'une charge moindre et à lui imposer au contraire une charge plus lourde. La considération du prix de l'abonnement n'a rien à faire ici. Il s'agit simplement de découvrir l'intention présumée des parties. Or, si on peut tout présumer quand il s'agit d'établir un état de fait nouveau, en présence d'un état de choses préexistant on doit supposer, au contraire, que c'est à cet état de choses que se rapportent les conventions des parties.

Ad. Carpentier,
Agrégé des Facultés de droit,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

Thermodynamique et chimie, par Duhem. — *Hermann*, éditeur, Paris, 1902. — Prix : 15 fr.

C'est au nom de M. Duhem et à l'admirable science de la thermodynamique que nous sacrifions, nous n'hésitons pas à l'avouer, en signalant à nos lecteurs l'ouvrage ci-dessus assez en dehors de notre spécialité; mais aucun de ceux même qu'il n'intéresse pas directement ne nous le reprochera; d'autant moins que ce remarquable ouvrage est plus élémentaire. — Qu'on se le dise.

E. B.

Installations d'éclairage électrique, par E. Piazzoli, ouvrage traduit de l'italien par Cucurullo et della Santa. — *Ch. Béranger*, éditeur, Paris, 1902. — Prix, relié, 16 fr.

Grand roi, cesse de vaincre *et* je cesse d'écrire;

tel paraît être l'aphorisme qui, inconsciemment ou accidentellement peut-être, a, par rapport à Gramme, agi sur les publications de M. H. Fontaine. Toujours est-il que depuis de longues années « L'Éclairage à l'électricité » épuisé ne semblait plus vouloir revivre; d'où une lacune dans les productions sans cesse renouvelées de la maison Béranger et un vide dans les bibliothèques de nos jeunes électriciens. Cette application, aujourd'hui banale, de la Science, quoi qu'il y ait encore à en dire, ne paraissant solliciter la plume d'aucun de nos auteurs, la Librairie polytechnique a pris le parti de s'adresser à l'étranger et a eu l'heureuse inspiration de faire traduire un ouvrage qui, si petit qu'il soit en italien par suite de sa grande densité, a pris dans notre langue et sans truquage de justification, l'ampleur et la sérieuse apparence des productions de cette honorable maison.

Nous ne pouvons que la féliciter de son choix. Depuis longtemps cette publication de la grande officine Hœpli, de Milan, nous était connue, et ici même nous en avions, sur une précédente édition, rendu compte avec tous les éloges qu'elle mérite; mais aujourd'hui qu'elle a atteint dans son pays d'origine le respectable numéro de 5e édition, sur laquelle a été faite cette traduction, elle est certainement le meilleur résumé actuel de la question et nous sommes heureux de la voir acquérir chez nous droit de cité.

Nous n'étions cependant pas sans une certaine appréhension en ce qui concerne les traducteurs, lorsque nous avons eu vent de sa préparation. Ce n'est pas que nous les connussions; mais leurs noms italiens nous faisaient redouter pour eux, comme pour tous les étrangers chargés de semblable mission, un écueil qu'ils ont, nous nous empressons de le reconnaître, remarquablement évité. — L'une des premières conditions qui s'imposent, suivant nous, à une bonne traduction, est en effet la parfaite connaissance de la langue *dans* laquelle elle est faite et nous craignions, à cet égard, quelque mélange d'italien, de français et de belge, étant donnée la situation de l'un des traducteurs. Il n'en est rien; et, si l'on rencontre bien de ci de là quelques traces de langage un peu défectueux ou d'expressions légèrement impropres, l'ensemble est encore supérieur au français de bien de nos producteurs indigènes. Nous ne pouvons, à cette occasion, qu'adresser une fois de plus nos compliments aux étrangers qui nous donnent ainsi un exemple malheureusement si peu suivi par nous.

Sous son titre assez vaste d' « Installations d'Éclairage électrique », ce *Manuel pratique* renferme tout ce qui se rattache à la question traitée, depuis la production, la canalisation, la distribution, l'utilisation et la mesure de l'énergie électrique ainsi mise en œuvre, jusqu'aux

Règlements administratifs qui régissent la matière et qui, en grossissant l'ouvrage d'une centaine de pages, lui donnent peut-être un surcroît de valeur, mais en tout cas le complètent.

Nous y reconnaissons d'ailleurs bien des figures qui nous sont familières, et, pour ne parler que du chapitre relatif aux dynamos, celles du « Thompson » s'y prélassent en souveraines, non pas du fait de l'éditeur français qu'on y pourrait croire intéressé, mais de par l'édition italienne elle-même à laquelle nous nous sommes reporté comme contrôle. — On pouvait d'ailleurs moins bien choisir pour un ouvrage de cet ordre.

Sans nous arrêter à tout ce qu'il contient d'instructif et d'intéressant, nous nous permettrons d'appeler particulièrement l'attention sur les 90 tableaux qu'il renferme et qui, s'ils ne sont pas tous nouveaux, forment une réunion très complète de toutes les données scientifiques, industrielles et pratiques que comporte le sujet.

Résumé : Bel et bon livre recommandé. E. B.

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Omnium Lyonnais de chemins de fer et tramways. — L'assemblée générale annuelle s'est tenue à Lyon, le 7 décembre 1901, sous la présidence de M. Auguste Chabrières, président du Conseil d'administration.

Le rapport du Conseil s'est appliqué tout d'abord à donner l'explication de la crise qui s'est abattue sur les valeurs de traction en général. Capital de premier établissement trop élevé, cahier des charges trop rigoureux, dépenses d'exploitation trop fortes, tels sont les trois facteurs qui, dans la plupart des cas, ont grevé les entreprises de traction électrique. Il convient d'y ajouter la hausse considérable des combustibles qui, pour le dernier exercice tout au moins, n'a pas été sans influence sur les résultats.

Dès la fin de l'exercice 1899-1900, le Conseil d'administration se rendant compte que la crise, alors à son début, ne pouvait aller qu'en s'accentuant, a cru devoir restreindre les engagements de la Société, en les limitant aux seules affaires en cours de construction et cela même au prix de sacrifices.

C'est ainsi que la Société a renoncé à poursuivre notamment la construction des lignes de pénétration dans Paris, l'établissement de tramways et transport de force en Russie, à Tsaritzine, l'établissement des lignes de pénétration à Toulouse, etc. Toutes ces affaires auraient pu procurer d'importants bénéfices, mais le Conseil a préféré, dans un moment où la faveur des capitaux se détourne précisément de ces entreprises, se libérer de tout engagement, abandonner tous les frais d'études déjà faits, payer même des indemnités pour obtenir ainsi une situation nette permettant de traverser la crise actuelle et d'envisager avec sécurité l'avenir.

D'autre part il a fallu améliorer le rendement des différentes exploitations. Dans ce but, le Conseil s'est appliqué à réduire les frais généraux et c'est pour y arriver, que la centralisation de tous les services à Paris a été décidée.

Ces explications étant données, nous allons passer en revue les divers postes du Bilan.

Le chapitre « Portefeuille » s'élève à 16 633 436 fr. Cet élément important de l'actif a été divisé en deux parties : l'une de 11 737 706 fr comprend les titres de sociétés de tramways, filiales de l'Omnium : Cannes, Fontainebleau, Bourges, Poitiers, Troyes, Saint-Quentin, Pau, Cette, Armentières. Ces titres sont inventoriés au pair. L'autre part « Titres divers » s'élève, après un amortissement de 1 022 722 fr, à 4 895 730 fr; elle comprend notamment des titres de la Compagnie de chemins de fer à voie étroite de Saint-Étienne-Firminy-Rive de Gier évalués 300 fr et ceux des Tramways d'Avignon évalués à 100 fr, et de Bucarest évalués au pair.

Le chapitre « Débiteurs » se subdivise également en deux parties, dont une s'élevant à 1 929 375 fr, représente les avances faites aux filiales pour l'achèvement de leurs réseaux. Cette somme, jointe à celle de 11 737 706 fr évaluation des titres des filiales en portefeuille, forme un total de 13 667,081 fr. Nous indiquons ci-dessous les résultats de l'exploitation de ces réseaux.

	En 1900.		
	Recettes.	*Dépenses.*	*Bénéfices.*
Bourges	187 012,34	140 364,26	46 648,23
Fontainebleau	138 044,61	120 376,43	17 668,18
Poitiers	112 483,76	92 586,65	19 897,11
Troyes	250 264,04	215 402,90	43 861,14
Saint-Quentin	134 817,16	118 763,77	16 053,39
Cannes	328 008,14	249 150,00	78 858,14
Pau	pas exploité.		
Cette	—		
Armentières	—		

Produit net de l'exploitation pendant les neuf premiers mois.

	1900.	1901.	Soit en 1901.
Bourges	36 850,57	41 993,78	+ 5 143,21
Fontainebleau	35 814,44	38 424,15	+ 2 609,71
Poitiers	19 955,65	25 835,52	+ 5 879,87
Troyes	40 182,07	43 563,14	+ 3 381,07
Saint-Quentin	20 117,85	13 720,52	— 6 397,34
Cannes	78 815,71	91 103,39	+ 12 287,68
Pau	—	40 541,40	
Cette (huit mois)	—	34 378,44	
Armentières (sept mois)	—	6 333,30	

On voit qu'il ne s'est produit de moins-value qu'à Saint-Quentin par suite d'accidents survenus à la voie publique qui ont arrêté l'exploitation.

En ce qui concerne le projet Montmartre-Montparnasse, il a été déclaré que la demande en concession de cette ligne souterraine, après être restée pendante plus de deux ans devant la Ville de Paris, a été introduite au mois de juin devant le Conseil municipal. Il y a lieu de penser qu'elle pourra venir prochainement en discussion.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte au bilan ci-dessous, les bénéfices de l'exercice s'élevant à 473 446 fr ont été portés à un compte « Provision » destiné aux amortissements. Il en a été de même des bénéfices précédemment reportés, 653 569 fr, et de la réserve spéciale, 793 508 fr; cette réserve avait été constituée par le bénéfice résultant de l'augmentation du capital. C'est en tout une somme de 1 920 524 fr, dont il a été fait aussitôt usage pour amortissements jusqu'à concurrence de 1 901 601 fr, le solde de 18 923 fr restant au compte « Provision ».

Enfin, le transfert à Paris des services de la Société a été effectué en vue de réaliser des économies; mais il sera néanmoins conservé un bureau à Lyon, le siège social restant dans cette ville.

Quant à l'année en cours, le Conseil a fait savoir qu'il lui était impossible de rien préjuger. La Société n'a pas de dette, elle est donc en bonne situation pour lutter. Actuellement, le but doit tendre à diminuer les frais et à rendre productives les exploitations.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES AU 30 JUIN 1901

Produits de l'exercice		831 694,22 fr.
Dont il faut déduire :		
Frais généraux	239 370,55	
Pertes sur divers comptes (Arudy, Thiers, Tzaritzine, Vincennes)	127 877,61	
		358 248,16
Laissant comme bénéfices nets		473 446,06 fr.



BILAN COMPARÉ A CELUI DE L'EXERCICE PRÉCÉDENT

Actif.

	1900.	1901.
Actionnaires	44 100,00	» fr.
Caisse et banque	4 410 796,16	694 457,47
Portefeuille	13 418 310,20	16 633 436,75
Débiteurs divers	2 277 451,51	477 352,12
Avances aux filiales		1 929 375,27
Effets à recevoir	»	284 366,40
Frais d'études et entreprises	942 342,74	16 428,40
Usines d'Arudy	522 486,62	300 000,00
Brevets	2 845,00	1,00
Mobilier	35 857,55	1,00
Marchandises et approvisionnements	36 430,22	47 509,51
Frais de premier établissement	186 142,00	1,00
	21 906 760,00	20 382 908,92 fr.

Passif.

	1900.	1901.
Capital social	20 000 000,00	20 000 000,00 fr.
Réserve légale	1 904,05	1 904,05
Réserve spéciale	793 508,95	»
Créanciers divers	457 777,06	362 081,05
Profits et pertes de 1900	653 569,94	»
	21 906 760,00	
	1901.	
Compte provision, solde du précédent compte de profits et pertes	653 569,94	
Virement des produits de l'exercice 1900-1901	473 446,01	
Virement de la réserve spéciale	793 508,95	
Ensemble	1 920 524,95	
A déduire :		
Amortissements divers	1 901 601,13	
Total du compte provision	18 923,82	18 923,82
		20 382 908,92 fr.

Toutes les propositions du Conseil d'administration ont été votées à l'unanimité; les comptes ont été approuvés ainsi que l'emploi des bénéfices, tels qu'ils ont été présentés. MM. Chabrières, Andrié et Bussy étaient administrateurs sortants désignés par le sort. Les deux premiers ont été réélus à l'unanimité. M. Bussy, absorbé par d'autres occupations, n'a pas demandé le renouvellement de son mandat et M. Damour, avoué à Lyon, a donné sa démission. Il n'a pas été pourvu à leur remplacement.

Compagnie générale d'Électricité. — Les actionnaires de cette Société se sont réunis en Assemblée générale le 25 novembre 1901.

Cette Société n'existe que depuis le mois de mai 1898, et dans le court délai de ces trois années écoulées, elle a porté son capital initial de 10 à 15 millions et émis des obligations également pour 15 millions. Immédiatement elle avait réalisé le premier objet de sa création : l'achat des six usines dont ses fondateurs lui avaient apporté la promesse de cession, savoir : cinq usines de fabrication, Beauval, Boisthorel, Combs, Ivry, Tillières, et une d'exploitation, la station centrale d'éclairage de Rouen. Deux mois après, elle devenait adjudicataire de la station d'éclairage de Nancy; cinq mois après, elle traitait avec la ville d'Amiens. Entre temps, elle reprenait une fabrique de lampes à Madrid et elle acquérait, pour les mettre en portefeuille, la presque totalité des actions de la Société de l'Ambroïne, dont l'usine est installée à Ivry, à côté de la sienne.

Le second exercice est marqué par une activité plus grande encore : en février 1900, la Société se rend maîtresse, par un achat de la presque totalité des actions de la Société nantaise d'éclairage par l'Électricité, de la concession d'Éclairage de la ville de Nantes, avec laquelle elle renouvelle le contrat; elle installe à Ivry, sur les terrains dont elle est devenue propriétaire, et dont la superficie atteint 60 000 m², une fabrique spéciale pour l'appareillage électrique, une cristallerie spéciale pour les ampoules, une usine pour les filaments et un laboratoire de recherches. En outre, elle prend part à la constitution de la Compagnie de Traction par trolley automoteur (système Lombard-Gérin) et à la création de la Compagnie générale d'Accumulateurs. La Compagnie est dite *générale* et veut justifier son titre.

Cependant, dans le rapport lu à cette Assemblée, on note ces phrases reposantes : « Nous n'avons (en 1900-1901) entrepris aucune affaire nouvelle au cours de notre troisième année sociale. Nous nous sommes contentés de poursuivre l'achèvement des travaux en cours dans les usines et d'entreprendre l'agrandissement de nos stations centrales de Nantes et de Rouen ». Sur les principales affaires de la Compagnie, le rapport donne le détail suivant :

Compagnie générale d'Accumulateurs. — Cette Société a décidé la désaffectation des usines de Beauval et de Pont-Authou pour concentrer la fabrication de ses trois marques d'accumulateurs « Tudor, Pulvis, Excelsior » dans la vaste usine qu'elle possède à Lille. Si cette mesure a permis de réaliser une économie notable dans les frais généraux de fabrication, elle a, par contre, entraîné une dépréciation de l'actif social. C'est ce qui a décidé l'Assemblée générale des actionnaires à appliquer à l'amortissement la totalité des bénéfices considérables du premier exercice social, près de 450 000 fr.

Compagnie de Traction par trolley automoteur. — Une ligne d'omnibus électriques à trolley automoteur fonctionne depuis le 12 juin dernier entre Fontainebleau et Sannois. Elle donne toute satisfaction au public et constitue une très intéressante démonstration pratique des avantages du système. C'est la Compagnie des Tramways de Fontainebleau qui fournit le courant et est chargée de l'exploitation. Voici les résultats obtenus dans la période qui s'étend du 12 juin au 30 septembre 1901 :

Nombre de voitures-kilomètres parcourus	8938
Recette par voiture-kilomètre, en fr	0,59
Dépense par voiture-kilomètre, en fr	0,34

Ajoutons que cette ligne a coûté moins de 20 000 fr par kilomètre, matériel roulant compris.

Stations centrales d'électricité. — Population des différentes villes avec lesquelles la Société a traité :

Nantes	128 319	habitants.
Rouen	115 921	—
Nancy	102 465	—
Amiens	90 058	—
Ensemble	436 774	habitants.

Nombre d'abonnés desservis :

Au 30 juin 1901	4092
Contre au 30 juin 1900	3192
Augmentation	900
Lampes de 30 watts reliées aux réseaux au 30 juin 1901	213 272
Contre au 30 juin 1900	147 406
Augmentation	65 866

Moteurs électriques en service :

	Nombre.		Chevaux.
Au 30 juin 1901	735	équivalant à	1137
Contre au 30 juin 1900	355	—	453
Augmentation	378	—	684

Recettes.

Du 1er juillet 1900 au 30 juin 1901	1 876 552,35 fr.
Contre l'année précédente	1 342 504,26
Augmentation	534 048,09 fr.

Les renseignements fournis par le rapport sur la marche des stations d'éclairage permettent de penser qu'elles sont encore loin d'avoir atteint leur développement, bien qu'en progrès sensible depuis leur prise en mains par la Société.

La situation des actionnaires est donc hors de conteste, d'autant que les bénéfices de la Société proviennent à peu près uniquement de l'exploitation de concessions d'éclairage dont la durée dépasse généralement la période d'amortissement des obligations. En effet, celles-ci sont remboursables, a première série d'ici 1933, la seconde série d'ici 1934 et la durée des concessions s'étend :

Pour Rouen jusqu'à l'année	. . . .	1946
Pour Nancy	—	1949
Pour Amiens	—	1933
Pour Nantes	—	1930

Somme toute, et avant de terminer nous devons le noter, le bénéfice disponible de l'exercice clos le 30 juin dernier, montant à 1 285 800 fr présentait une plus-value de 16 500 fr et aurait permis de distribuer aux actions 6 pour 100, comme pour l'exercice précédent.

En limitant le dividende à 5 pour 100, le Conseil a obéi à un sentiment de prudence qui ne peut que profiter au crédit de la Société.

BILAN AU 30 JUIN 1901

Actif.

Immobilisations, brevets et coût des usines au 30 juin 1900, Amiens, Beauval, Boisthorel, Combs, Ivry, Madrid, Nancy, Rouen et Tillières		17 673 721,23	
A déduire :			
Beauval	677 634,70		
Vente de matériel	22 912,95		
Brevets	506 172,60		
		1 203 720,25	
			16 467 000,98 fr.
Travaux neufs dans les dites usines :			
Amiens, Nancy, Rouen		1 291 137,09	
Boisthorel, Combs, Ivry, Madrid et Tillières		573 128,96	
			1 864 266,05
Usines nouvelles :			
Ambroïne, appareillage, cristallerie, filaments			1 220 853,27
Actif réalisable à terme :			
Marchandises fabriquées			1 525 618,09
Matières premières et approvisionnements divers			4 126 262,22
Titres en portefeuille			3 283 351,95
Disponible :			
Caisse, banquiers, effets à recevoir			1 497 594,98
Débiteurs divers			3 178 134,29
Comptes divers :			
Apports		600 000,00	
Moins amortissement		599 999,00	
			1,00
Frais de constitution		478 775,85	
Moins amortissement		478 774,85	
			1,00
Prime de remboursement :			
Sur 20 000 obligations, n°s 1 à 20 000		488 333,33	
Moins amortissement		488 332,33	
			1,00
Prime de remboursement sur 10 000 obligations, n°s 20 001 à 30 000			338 675,65
Brevets			506 172,60
Avance sur bénéfices, acompte aux actions			375 000,00
			34 382 933,08 fr.

Passif.

Engagements sociaux :		
Capital actions		15 000 000,00 fr.
Réserve légale		106 504,70
Réserve pour amortissements		450 000,00
Engagements envers des tiers à terme :		
Obligations 1re série	5 000 000	
Remboursements	211 500	
		4 788 500.00
A reporter		20 345 004,70 fr.
Report		20 345 004,70 fr.
Obligations 2e série, 1re et 2e émissions	10 000 000	
Remboursements	312 750	
		9 687 250,00
Exigible :		
Effets à payer, fournisseurs, salaires, etc.		2 540 637,88
Coupons à payer, obligations à rembourser		524 262,64
Profits et pertes :		
Bénéfices nets de l'exercice		1 264 209,56
Report de l'exercice précédent		21 568,50
		34 382 933,08 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Doit.

Intérêts sur obligations	441 105,00 fr.
Escomptes sur négociations et intérêts en compte-courant	76 137,51
Solde du compte	1 264 209,56
	1 781 452,07 fr.

Avoir.

Produits industriels, commerciaux et divers	1 781 452,07 fr.
	1 781 452,07 fr.

Résolutions. — *Première résolution.* — L'Assemblée, après avoir entendu la lecture du rapport du Conseil d'administration et de celui des commissaires chargés de la vérification des comptes de l'exercice 1900-1901, approuve dans toutes leurs parties le rapport du Conseil, le bilan et les comptes arrêtés au 30 juin 1901, tels qu'ils lui sont présentés.

Deuxième résolution. — L'Assemblée approuve les propositions du Conseil d'administration concernant les réserves et amortissements et la répartition des bénéfices sociaux.

En conséquence, elle fixe à 25 fr par action le montant du dividende de l'exercice, impôts établis par les lois de finance à déduire.

Un acompte de 12,50 fr brut ayant été payé le 15 juin dernier, le solde du dividende qui est de 12,50 fr, impôts en moins, soit net 12 fr par action nominative et 11,317 fr par action au porteur, sera mis en paiement le 15 décembre prochain.

Troisième résolution. — L'Assemblée donne quitus et décharge à la succession de M. de Metz, administrateur décédé, de la gestion de ce dernier et autorise la remise à ses héritiers des actions déposées par lui en garantie de ses fonctions.

Quatrième résolution. — L'Assemblée confirme et notifie, conformément à l'article 21 des statuts, la nomination faite par le Conseil d'administration de M. Génébrias de Fredaigues comme administrateur de la Société et décide que ses fonctions prendront fin avec celles des autres administrateurs, c'est-à-dire à l'Assemblée annuelle qui statuera sur les comptes de l'exercice 1902-1903.

Cinquième résolution. — L'Assemblée donne acte aux administrateurs de leurs déclarations en ce qui concerne les opérations faites avec la Compagnie générale d'Électricité par les établissements dans lesquels ils sont intéressés à un titre quelconque.

Elle accorde à nouveau aux administrateurs l'autorisation prescrite par l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, sous les conditions fixées par la loi.

Sixième résolution. — L'Assemblée nomme MM. F. Gabriel et E. du Vivier de Streel commissaires pour l'exercice 1901-1902, avec faculté d'agir l'un à défaut de l'autre, conformément à l'article 28 des statuts, et fixe leur rémunération à 1500 fr pour chacun d'eux.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

48 108. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11ᵉ Année. — N° 250. **25 Mai 1902.**

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

REDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Le circuit du Nord à l'alcool. — *Voiture Kriéger à groupe électrogène.* — Les épreuves de consommation pour véhicules automobiles fonctionnant à l'alcool, organisées cette année par le Ministère de l'agriculture, et qui ont eu lieu les 15, 16 et 17 courant, offraient un certain intérêt pour les électriciens, car il devait y figurer deux voitures électriques comportant des moteurs thermiques. L'une, engagée par M. Jenatzy, était d'un type analogue aux voitures Pieper, c'est-à-dire avec une seule machine dynamo excitée en shunt et fonctionnant sur une batterie d'accumulateurs servant de réservoir d'énergie soit en génératrice pour absorber l'excès d'énergie disponible en palier ou en descente, soit en réceptrice pour fournir un appoint au moteur à pétrole dans les rampes ou aux grandes vitesses. L'autre voiture, engagée par M. Kriéger, était une voiture électrique du type bien connu de ce constructeur, à avant-train moteur avec deux moteurs suspendus et à laquelle on avait adjoint un groupe électrogène de 4,5 chevaux. Au dernier moment, la voiture Jenatzy n'a pas paru et il n'est resté que la voiture Kriéger.

Cette voiture, d'un poids de 1320 kg à vide et de 1585 kg en charge avec 2 personnes, comporte une batterie d'accumulateurs Phénix nouveau type, d'un poids de 400 kg et composé de 44 éléments d'une capacité de 108 ampères-heure pour une décharge en 5 heures. L'agencement de la voiture, en ce qui concerne les moteurs, la transmission et le combinateur, est absolument le même que celui des voitures ordinaires Kriéger, déjà décrites dans ce journal. La seule différence est dans le rapport de transmission qui est de 8 et qui permet des vitesses jusqu'à 45-50 km par heure. A l'arrière de la voiture est suspendu le groupe électrogène composé d'un moteur de Dion de 4,5 chevaux actionnant à 1450 t : m une dynamo shunt à 4 pôles du même type que les moteurs des roues avant. Ce groupe fournit, sous une différence de potentiel variable égale à celle de la batterie d'accumulateurs, (22 ou 44 éléments suivant le groupement des deux batteries), une puissance constante de 2000 à 2100 watts. Le groupe électrogène fonctionne constamment et maintiendrait la batterie chargée si la vitesse moyenne ne dépassait pas 15 km par heure. Dans ce cas, la batterie se charge très peu ou pas en palier, beaucoup dans les descentes où la récupération s'ajoute même à ce que produit le groupe électrogène. La batterie se décharge dans les rampes où l'appoint de puissance qu'elle donne permet une vitesse bien supérieure à celle que donnerait seule la puissance du groupe électrogène.

En raison du poids de la voiture et de la faible puissance du groupe électrogène, les vitesses moyennes supérieures à 15 km : h correspondent à une décharge de la batterie. Par exemple, à une vitesse moyenne de 21 km : h environ, le régime moyen de décharge des accumulateurs est de 14 à 15 ampères et le parcours possible d'une seule traite serait, avec la batterie entièrement chargée au départ, de 160 à 180 km. Quelques arrêts en route pendant lesquels on recharge les accumulateurs permettent d'accroître le parcours.

Le groupe électrogène de la voiture Kriéger consomme environ 1 litre d'alcool carburé par kilowatt-heure fourni par la dynamo et ne pèse tout compris, sans approvisionnement, que 160 kg, soit environ 10 pour 100 seulement du poids total de la voiture.

Ce supplément de poids de 10 pour 100 rend pratique la voiture électrique pour le tourisme. Il est certain qu'on n'arrivera jamais avec ce système, et en raison de la double transformation que subit l'énergie mécanique fournie par le moteur à une utilisation (de l'essence ou de l'alcool) égale à celle des meilleures voitures à pétrole. Mais les avantages nombreux que présente la voiture électrique au point de vue de la facilité de commande, de sa sûreté de marche, la possibilité que présente la voiture à groupe électrogène de pallier dans une certaine mesure, à une avarie au moteur à pétrole en raison de la réserve d'énergie contenue dans les accumulateurs, la facilité de mise en route et de réglage du groupe électrogène, pourront, dans certains cas, faire préférer ce type de voiture aux voitures ordinaires à pétrole. P. G.

M. Berthelot et l'Académie des sciences. — On n'est jamais trahi que par les siens. Dans l'espèce, il s'agit de l'Académie des sciences et de son secrétaire perpétuel, M. M. Berthelot.

L'article premier du Règlement relatif aux *Comptes rendus* de l'Académie dit qu'un membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année. Or les cinq mémoires présentés par M. Berthelot dans les séances des 14, 21, 28 avril et 5 mai 1902 représentent ensemble 62 pages d'impression, soit 12 pages de plus que le maximum, et nous sommes à peine au tiers de l'année. Ces mémoires sont intitulés :

Recherches sur les forces électromotrices (14 avril, 14 pages);

Sur quelques phénomènes de polarisation voltaïque (21 avril, 8 pages);

Sur les procédés destinés à constater l'action électrolytique d'une pile (21 avril, 5 pages);

Études sur les piles fondées sur l'action réciproque des liquides oxydants et réducteurs. — Dissolvants communs. — Action des acides sur les bases (28 avril, 16 pages);

Études sur les piles fondées sur le concours d'une réaction saline avec l'action réciproque des liquides oxydants et réducteurs (5 mai, 21 pages).

Dans l'impossibilité où nous nous trouvions de résumer un travail aussi compact, nous pensions pouvoir tout au moins en recommander sans réserve l'étude à ceux de nos lecteurs que la question intéresse plus particulièrement. Nous avons dû renoncer à faire cette recommandation, malgré tout le respect que nous inspire l'œuvre considérable de l'illustre secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. La vérité est que, dès les premières pages, nous avons reconnu notre impuissance à comprendre ce travail. En effet, l'auteur, après avoir établi une distinction entre la chaleur chimique véritable, la chaleur chimique apparente et la chaleur voltaïque, écrit :

« Dans tous les cas, on sait qu'une portion de la chaleur « mise en jeu au cours de ces phénomènes (les phénomènes « électrochimiques) n'est pas utilisable dans la transformation « chimique ; c'est ce qu'on appelle l'*entropie*. »

Ce jour-là, nous ne lûmes pas plus loin....

Le lendemain, en continuant notre lecture, nous vîmes, à la même page :

« Venons à la chaleur voltaïque. Dans son estimation inter- « vient la chaleur chimique apparente, diminuée de la diffé- « rence des entropies entre le système initial et le système « final.... »

Pour M. Berthelot, une entropie et une quantité de chaleur sont donc des grandeurs de même nature physique puisqu'il les égale.

Ne pouvant suivre notre grand chimiste national sur ce terrain hasardeux, nous avons préféré garder notre sainte ignorance et notre bonne naïveté C.G.S. Déjà l'expression de forces électromotrices en calories nous avait fortement estomaqué : l'égalité entre une quantité de chaleur et une entropie nous rend stupide. Et voilà pourquoi nous n'avons pas lu et nous ne lirons pas les cinq mémoires de M. Berthelot.

La Société des Ingénieurs civils de France et les Prix Henri Schneider. — A l'occasion de l'Exposition universelle de 1900, la famille de M. Henri Schneider, le grand industriel, a fait don à la Société des Ingénieurs civils de France, et conformément aux volontés qu'en avait exprimées M. Henri Schneider avant sa mort, d'une somme relativement considérable.

Cette donation a été faite en vue de distribuer, par les soins de la dite Société, 7 prix de 5000 fr chacun pour les 7 catégories ci-dessous, chaque prix de 5000 fr étant destiné à récompenser l'auteur de l'ouvrage, publié en France depuis une période de 40 ans, écrit ou traduit en français, jugé par la Société des Ingénieurs civils de France le plus utile au développement, en France, de la branche d'industrie faisant l'objet de la catégorie du prix.

Ces sept catégories sont relatives :

La première à la métallurgie,
La 2ᵉ aux mines,
La 3ᵉ à la construction mécanique,
La 4ᵉ aux grandes constructions métalliques,
La 5ᵉ aux constructions électriques,
La 6ᵉ aux constructions navales,
La 7ᵉ à l'artillerie et aux défenses métalliques de terre et de bord.

Les auteurs d'ouvrages répondant aux conditions du règlement ci-après, et qui désirent concourir, sont priés d'envoyer les ouvrages en question à la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche, *avant le 1ᵉʳ juillet prochain, dernier délai.*

Il leur sera accusé réception des dits ouvrages qui, s'ils le désirent, leur seront rendus, après la clôture du concours.

CONDITIONS RÉGISSANT L'INSCRIPTION DES OUVRAGES POUVANT CONCOURIR. — *Article premier.* — Tout ouvrage doit, pour être inscrit : 1° Avoir contribué, soit par la théorie, soit par la pratique, au développement de la branche d'industrie faisant l'objet de la catégorie du prix correspondant. — 2° Dater au plus de 1860. — 3° Avoir été écrit en français. — 4° Avoir été publié en France. — 5° Si c'est un ouvrage étranger, avoir été traduit en français et la traduction publiée en France.

Art. 2. — 1° L'auteur devra être vivant. — 2° Aucun ouvrage d'auteur décédé ne sera inscrit, même si la publication en français avait été faite par les membres de la famille ou par le traducteur encore vivant. — 3° Le traducteur, en aucun cas, n'est considéré comme pouvant remplacer l'auteur.

Art. 3. — 1° Sera inscrit, sous les deux conditions précédentes tout ouvrage de *théorie* ou de *pratique* répondant aux conditions suivantes : *a. Ouvrage théorique.* — La théorie devra être suffisamment complète, et son exposé tel que les conséquences en découlant auront pu être mises immédiatement en applications. *b. Ouvrage pratique.* — Les procédés, étudiés et décrits devront avoir produit dans la branche

correspondante, un perfectionnement important ayant développé cette industrie.

Les lettres et envois doivent être adressés à la *Société des Ingénieurs civils de France*. (Prix Henri Schneider, 19, rue Blanche, Paris.)

La traction électrique par courants alternatifs simples. — Nous avions ici même, il y a quelques mois, signalé la possibilité d'utiliser les courants alternatifs simples à la traction électrique sur les grandes lignes, et fait ressortir les avantages particuliers de ce système pour l'application en vue. La question vient d'être reprise par M. Mordey devant l'*Institution of Civil Engineers*, de Londres, et par M. E. Huber devant l'Association des ingénieurs et architectes de Zurich. Ces deux ingénieurs préconisent l'emploi des courants alternatifs simples, mais au lieu de commander le moteur par des dispositifs mécaniques d'embrayage et de changements de vitesse, ils donnent la préférence au système Ward Leonard, qui consiste à traiter la locomotive comme une sous-station complète. Dans son projet, M. Huber emploie un trolley à 15 000 volts efficaces avec retour par les rails et des courants de basse fréquence (16 à 25 périodes par seconde). Un moteur à courants alternatifs disposé sur la voiture actionne une dynamo à courant continu à 700 volts, qui fournit à son tour le courant aux moteurs. En modifiant l'excitation de ces moteurs et celle de la dynamo génératrice à courant continu, on peut varier la vitesse des trains à volonté sans gaspiller d'énergie dans des résistances, comme cela est nécessaire avec les combinateurs série-parallèle employés sur les moteurs de tramways. Dans une descente, le système pourrait restituer de l'énergie sur la ligne, comme freinage, sans que la vitesse change sensiblement. On voit que la question est dans l'air, et peut-être les courants alternatifs triphasés, en dépit des très intéressantes expériences de Zossen, ne sont-ils pas, à cause de la complication amenée par l'emploi de trois fils, le dernier mot de la traction électrique sur les chemins de fer de grande longueur. Nous suivrons avec intérêt ce nouvel avatar éventuel de la traction électrique.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Lorient. — *Éclairage électrique.* — On nous informe que très prochainement, il sera procédé au port de Lorient par le commissaire général de la marine à l'adjudication des travaux d'installation d'une usine électrique sur la rive droite de l'arsenal. Le montant des travaux est d'environ 36 200 fr et le cautionnement de 1200 fr.

Rennes. — *Éclairage.* — Nous apprenons que les pourparlers engagés depuis quelque temps entre le maire et la Compagnie du Gaz pour autoriser celle-ci à éclairer le théâtre à l'électricité ont abouti. L'usine de production sera sans doute installée sur le terrain de l'ancienne usine à gaz, boulevard de la Tour-d'Auvergne, et l'électricité sera transmise par câble souterrain au théâtre.

Saint-Paul-de-Fenouillet (Pyrénées-Orientales). — *Éclairage.* — Au cours des dernières séances du Conseil, M. le Maire fait part à l'assemblée des propositions de M. Louis Abram, ingénieur-électricien, concessionnaire actuel de l'éclairage public, pour éclairer la commune à un plus bas prix, à condition de proroger son bail d'une durée de 35 ans et l'invite à délibérer à ce sujet.

Le Conseil, considérant que l'éclairage électrique actuel coûte 1500 fr à la commune; que M. Louis Abram s'offre à fournir 7 lampes de 16 bougies en plus de celles existantes moyennant le prix annuel de 1100 fr;

Considérant qu'il résulte de ce fait un meilleur éclairage à un prix plus restreint;

Considérant que la période de 35 ans demandée par M. Louis Abram n'est pas exagérée;

Considérant qu'il y aura avantage pour les particuliers que M. Louis Abram éclairera à de meilleures conditions que précédemment;

Autorise M. le Maire à passer avec M. Louis Abram, ingénieur-électricien à Perpignan, un traité prorogeant de 35 ans celui existant pour l'éclairage public de la ville moyennant une somme annuelle de 1100 fr pour 50 lampes à incandescence, dont 12 de 16 bougies et 38 de douze bougies.

CORRESPONDANCE

Alternateurs auto-excitateurs.

Monsieur le Directeur,

L'article que vous avez bien voulu faire paraître sous ma signature dans le numéro du 10 mai 1902 contient quelques inexactitudes qui, sans changer le sens général des remarques faites, valent d'être rectifiées.

1° J'ai dit que le glissement induisait des courants de basse fréquence qui se fermaient par le stator et le réseau. Or M. Latour lui-même me fait remarquer avec raison que, au-delà du collecteur par rapport au rotor, les courants dus au glissement ont la fréquence même de l'alimentation. Ce n'est donc que la partie qui se ferme sur les résistances Heyland, dans les machines qui en comportent, qui reste à basse fréquence.

2° Lorsque je donne un aperçu de l'estimation des résistances intérieures probables, il semble évident par le contexte que j'ai eu dans l'esprit le cas d'une machine *génératrice* alimentant un réseau; mais, faute de l'avoir dit, j'ai jeté quelques lecteurs dans le doute. Les résistances relatives au cas d'un moteur s'évalueraient facilement de même; mais il est évident qu'il n'y a plus de relation entre celle du réseau et celle de la machine.

3° La nécessité que j'indique d'avoir un circuit de rotor ou très résistant ou alimenté à très basse tension est mal motivée. La liaison métallique entre la ligne et le rotor prévient absolument toute élévation anormale de la tension, ainsi que me l'a fait observer un vieux lecteur de *L'Industrie électrique*.

Je présente toutes mes excuses aux lecteurs de *l'Industrie* pour ces erreurs involontaires, et vous prie d'agréer, etc.

R. V. Picou.

Alternateurs auto-excitateurs.

Monsieur le Directeur,

J'ai lu avec un grand intérêt l'article de M. R.-V. Picou. Le fonctionnement des machines présentées est bien celui décrit par M. Picou, c'est-à-dire qu'il peut être le même dans chacune d'elles. Je tiens cependant à faire remarquer qu'une petite erreur s'est glissée dans l'exposé de M. Picou. M. Picou admet que les courants induits dans le rotor conservent leur fréquence après qu'ils ont traversé les balais. Ceci n'est pas

tout à fait exact. Le collecteur donne à ces courants la fréquence du réseau (voir mon article dans *L'Industrie électrique* 1902, p. 78). Il en résulte que, pour ces courants de glissement, c'est bien l'impédance du stator à la pleine fréquence qu'il faut faire intervenir. Je me hâte de dire que cette impédance est de l'ordre de grandeur de celle du réseau, c'est-à-dire approximativement nulle par rapport à la résistance du rotor. Le rotor est donc bel et bien en court-circuit franc et net par l'intermédiaire de ses balais et de la source d'excitation. Si l'on dispose des résistances entre les touches 1, 2, 3,....*n* fois plus grandes que la résistance des sections, elles établiront un court-circuit incomparablement plus mauvais, *et elles n'ajouteront rien au fonctionnement*. En réalité, si j'ai parlé de la marche synchrone, seulement à un glissement près, de mon alternateur shunt, marche que l'on installe par un calage défectueux des balais, c'était simplement pour montrer à M. Heyland qu'il ne nous apportait, en fait, absolument rien de nouveau et qu'il s'agit bien de la même machine.

M. Heyland a fait prendre en Allemagne, le 2 décembre 1900, un brevet concernant un « dispositif pour éviter la formation des étincelles au commutateur des machines électriques ». Il ne s'agit évidemment en aucune façon, dans ce brevet, de l'excitation de machines d'aucune sorte. J'ai pris en France, le 15 décembre 1900, un brevet concernant un « alternateur auto-excitateur ou générateur de courants déwattés ». Pourquoi insister?

Personnellement, je cale les balais dans mon alternateur de façon à avoir la marche *synchrone* à pleine charge. Les shunts entre lames auraient pour unique effet d'éviter les étincelles. Ils auraient une fonction identique à celle des shunts très faibles que l'on dispose entre les lames des collecteurs simples pour alternateurs auto-excitateurs. On a songé à disposer ces shunts parce qu'on a fait la remarque qu'ils seraient mis en parallèle avec un enroulement d'excitation et n'entraîneraient que des pertes négligeables [1].

Marchant au synchronisme, si je dispose sur l'inducteur de mon alternateur une légère cage d'écureuil pour étouffer les harmoniques, les pulsations comme dit M. Heyland, je dispose tout simplement des amortisseurs Leblanc et il ne peut y avoir là-dessus de contestation, M. Leblanc ayant déjà signalé que ses amortisseurs servaient à étouffer les harmoniques de toute provenance. Si M. Heyland, lui, dispose une cage d'écureuil notablement plus importante que l'enroulement avec collecteur pour servir à la marche asynchrone *ordinaire*, il est bien entendu que la fonction de sa cage d'écureuil est autre. Mais ce n'est pas cette fonction qui pourrait personnellement m'intéresser, puisque, dans mon idée, l'enroulement avec collecteur doit produire à lui seul tous les ampères-tours du rotor. En réalité, d'ailleurs, M. Heyland n'adopte pas son mode de construction avec cage d'écureuil. M. Heyland aura remarqué qu'il nécessite une trop grande dépense de cuivre.

M. Heyland m'oppose un moteur de M. Görges (Patente allemande 61 951). Ces attaques sont renouvelées d'un article de *L'Éclairage électrique* auquel j'ai répondu d'une façon détaillée. Il faut en réalité une discussion beaucoup trop serrée et trop complète pour que la chose puisse se reprendre par correspondance.

Quant à l'excitation par courant alternatif simple, je l'ai signalée le 12 décembre 1901 dans mon brevet, antérieurement à toute publication de M. Heyland sur ce sujet. Elle m'était familière depuis longtemps. Je réalise l'amortissement sans perte et sans fuite sur le collecteur. Je dispose simplement deux balais à 90° de ceux qui amènent le courant alternatif simple et je les mets en court-circuit l'un sur l'autre. Mais encore une fois, cette excitation n'est pas intéressante quand on a des courants polyphasés à sa disposition, ce qui est le cas général. M. Heyland peut en juger autrement mais n'en pratique pas moins l'excitation par courants triphasés.

En relisant la note de M. Heyland, je constate qu'il est question d'erreurs que j'aurais commises. J'ai conscience d'avoir personnellement toujours parlé avec une parfaite exactitude, sans jamais établir de confusion. J'ai même l'avantage de n'avoir jamais laissé de typographe représenter de court-circuit dans aucune figure de mes brevets ni de mes articles [1].

Ces points de discussion éliminés, *en me limitant à l'excitation par courants polyphasés et à un rotor à enroulement fermé*, je répète que tout se passe comme si M. Heyland :

a. Faisait, de parti pris, en décalant les balais d'un alternateur shunt parfaitement réglé, travailler cet alternateur avec des glissements ayant le sens et la grandeur de ceux qui existent dans les machines d'induction ordinaires;

b. Adaptait à cet alternateur un dispositif pour éviter les étincelles.

Aucun procédé d'exposition ne peut prévaloir là-contre.

Veuillez agréer, etc. M. LATOUR.

(1) Voy. l'ancien procédé de compoundage de la *General Electric*.

(1) Voy. *L'Éclairage électrique*, 1902, p. 315, fig. 3.

Alternateurs asynchrones auto-excitateurs.

MONSIEUR LE DIRECTEUR,

Afin d'éviter tout malentendu pouvant résulter de l'article de M. Picou, je dois faire observer et répéter que, dans mes moteurs, les connexions entre les lames du collecteur remplacent absolument l'anneau de court-circuit du moteur d'induction. Tout le courant d'induction traverse ces connexions et non pas les balais. Les essais faits jusqu'ici l'ont d'ailleurs suffisamment démontré par le fait que le courant des balais reste sensiblement constant, soit que le moteur marche à vide, soit qu'il travaille sous pleine charge. Cela s'explique assez facilement, car si le courant devait traverser les balais, il est évident que le courant dans chaque spire devrait changer entre « plus » et « moins » avec une fréquence de 1000 à 2000 périodes par seconde, suivant le nombre des lames du collecteur; ceci produirait certainement un effet de self-induction devant lequel la force électromotrice assez faible de ces courants disparaîtrait.

Quant à la constance du cos φ, je peux également répondre par le fait que, dans la plupart de mes moteurs essayés, le cos φ entre la marche à vide et la pleine charge reste au-dessus de 0,98, soit à peu près l'unité. Le glissement à pleine charge est de 4 à 5 pour 100 et les pertes dans l'excitation restent constantes dans les environs de 2 pour 100.

L'entrefer réduit n'est nullement une nécessité de construction; au contraire, pour arriver à un cos $\varphi = 1$ constant, il est même préférable d'augmenter un peu l'entrefer, ce qui augmente seulement l'excitation nécessaire dans le même rapport.

Je prie M. Picou de bien vouloir se convaincre de ce fait, car justement en ce moment un moteur de mon système se trouve à l'essai à la Société *l'Éclairage électrique*. Dans ce moteur le cos φ reste constant et égal à 1, depuis la marche à vide jusqu'à une surcharge correspondant à un glissement de 7 pour 100. L'excitation est constante pour toutes les charges, diminue même un peu avec l'augmentation de la charge.

Veuillez agréer, etc. A. HEYLAND.



SUR LA

RÉACTANCE SYNCHRONE DES ALTERNATEURS

Lorsqu'on charge un alternateur, la chute de tension provoquée par cette charge est due :

1° A la perte ohmique de tension rI, généralement négligeable devant les autres causes de pertes;

2° A la réactance d'induction du bobinage induit, réactance qui varie avec la charge et le déphasage de cette charge;

3° A l'effet démagnétisant (courant en retard) ou magnétisant (courant en avance) du bobinage induit sur le système inducteur.

Pour simplifier les calculs, les constructions graphiques et le raisonnement, on néglige la chute de tension due à la résistance, et on réunit ensemble, en un seul terme, auquel on donne, en Amérique, le nom de *réactance synchrone*, l'effet de la self-induction et l'effet démagnétisant du bobinage induit. Dans un récent article de *The Electrical World and Engineer*, M. F. G. Baum justifie la légitimité pratique du procédé par les considérations suivantes :

Supposons l'alternateur tournant à sa vitesse angulaire normale. Fermons l'induit en court-circuit et augmentons l'excitation jusqu'à ce que cet induit soit traversé par son courant normal de pleine charge. Si la résistance de l'induit est négligeable, la force électromotrice développée E sera précisément égale au produit ωLI de l'inductance ωL par l'intensité I.

La force électromotrice de self-induction, et celle correspondant à l'action démagnétisante de l'induit sont égales et opposées. C'est ce que montre le diagramme, figure 1.

Relions l'alternateur à une charge non inductive, et accroissons l'excitation jusqu'à ce que le courant atteigne la valeur I en fournissant une différence de potentiel $U = OA$ entre ses bornes (fig. 2). Si l'on suppose que la réaction d'induit AB reste la même (ce qui n'est pas rigoureusement exact, puisque cette réaction dépend de la position relative des bobines induites et des inducteurs, ainsi que de l'induction), l'effet démagnétisant est, dans cette hypothèse, directement opposé à la tension développée. Il est facile de démontrer que la grandeur de cet effet démagnétisant varie pratiquement comme $I \sin \theta$, θ étant le déphasage du courant dans l'induit sur la force électromotrice induite. Si, dans la figure 2, on trace un demi-cercle ayant BC pour diamètre, que l'on trace la ligne OB, et que l'on projette le point C sur OB, on a :

$$BC' = BC \sin \theta.$$

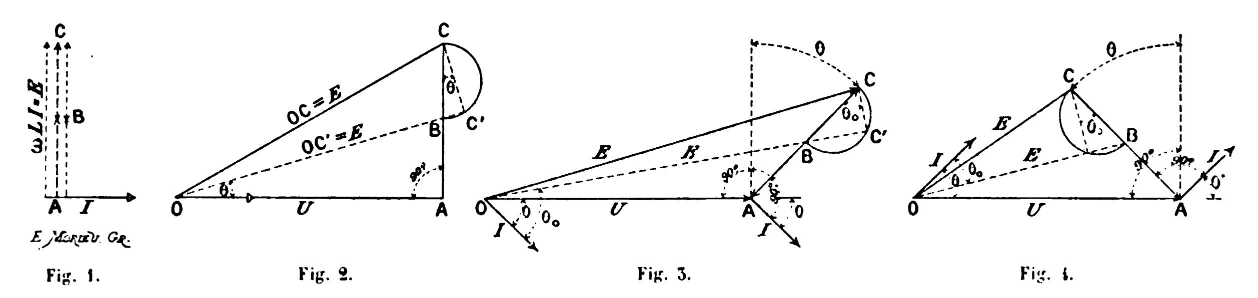


Fig. 1. Diagramme de court-circuit, en négligeant la résistance du bobinage induit. — Fig. 2. Alternateur sur charge non inductive. Fig. 3. Alternateur sur charge inductive (self). — Fig. 4. — Alternateur sur charge anti-inductive (capacité).

La ligne OB représente, en grandeur et en phase, la force électromotrice de l'induit, et son excitation doit être celle qui correspond à la force électromotrice OC'. Mais OC' est pratiquement égal à OC, puisque CC' est perpendiculaire à OC'. Il en résulte que, dans le cas d'une charge non inductive, on peut représenter la réaction d'induit par le vecteur AC, au lieu de déterminer la somme vectorielle de AB et de BC', c'est-à-dire remplacer l'inductance et l'effet démagnétisant par une seule réactance dite réactance synchrone.

Si le courant extérieur est déphasé sur la tension U d'un angle θ, la ligne AC (fig. 3) tournera d'un angle θ. Mais BC' est encore égal à l'effet démagnétisant $I \sin \theta$, et OC' est encore pratiquement égal à OC.

Si le courant est déphasé en avant sur la force électromotrice (fig. 4), la ligne AC tournera en sens inverse de la verticale d'un angle θ. L'action démagnétisante $BC \sin \theta$ est renversée, et tend à surexciter l'alternateur. La force électromotrice est alors égale à OC', et on voit sur la figure que l'on a encore pratiquement : $OC = OC'$.

Dans tous les cas, il est donc possible d'utiliser la réactance synchrone. En tenant compte de la perte ohmique, on arrive aux mêmes conclusions, puisque cette perte ohmique n'est jamais qu'une fraction assez petite de la réactance synchrone.

Cette réactance synchrone est généralement déterminée par la méthode du court-circuit, c'est-à-dire avec un champ trop faible ou avec un courant d'induit anormal. Pour éviter cet inconvénient, M. Baum propose la méthode suivante :

On fait fonctionner l'alternateur à vide en moteur synchrone et on l'excite à sa valeur normale. On augmente ensuite l'excitation jusqu'à ce qu'il soit traversé par un courant égal à la moitié environ de son courant normal. (Un courant plus intense pourrait provoquer du pompage.)

Puisque le moteur fonctionne à vid avec un courant

intense dans l'induit, la tension qui lui est appliquée U et la force électromotrice E qu'il développe sont pratiquement en opposition. La force électromotrice E' nécessaire pour faire passer le courant I est donc pratiquement donnée par la relation :

$$E = U - E'.$$

L'impédance synchrone correspondante est donc

$$\frac{E'}{I}.$$

Sur la figure 5, rI est la chute ohmique de tension, et la réactance synchrone est égale à ωLI. L'angle φ_1 est sensiblement droit, et puisque le moteur est sans charge, l'angle φ_2 est également droit. Il en résulte que U, E et E'

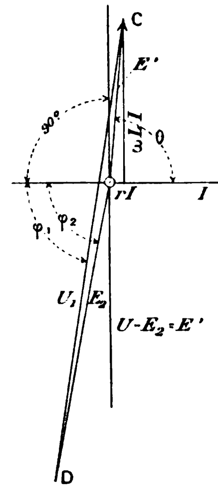


Fig. 5. — Détermination de la réactance synchrone par la méthode de M. Baum.

sont pratiquement sur une seule et même ligne. On en déduit, pour valeur de la réactance synchrone :

$$\omega L = \sqrt{\left(\frac{U}{L}\right)^2 - R^2}.$$

On obtient ainsi la valeur de la réactance ωL lorsque l'alternateur développe sa force électromotrice normale, ce qui fournit des résultats plus exacts que par la mise en court-circuit de l'armature, pour laquelle l'excitation est trop faible ou le courant d'induit anormal.

On a objecté avec raison à M. Baum, dans un éditorial de *The Electrical World*, que si, dans sa méthode, la force magnétomotrice démagnétisante de l'induit est normale, la force magnétomotrice des inducteurs est anormale, par suite de la surexcitation, et que le déphasage du courant sur la tension est lui-même anormal. Notre confrère exprime l'avis qu'il serait utile de recueillir des données expérimentales comparatives sur différentes machines pour chacune des méthodes avant de se prononcer sur leurs valeurs respectives.

Cette détermination expérimentale nous semble d'autant plus utile que la réaction d'induit se complique, dans certains cas, d'un phénomène dont aucune des théories exposées jusqu'ici ne tient compte explicitement. Ce phénomène est la variation cyclique du champ inducteur, variation d'une fréquence double de celle de l'alternateur et que nous avons constatée avec l'ondographe, sur un alternateur Siemens à induit sans fer. Lorsque l'excitation de cet alternateur est faite directement sur des accumulateurs, sans résistance intercalée, le courant d'exci-

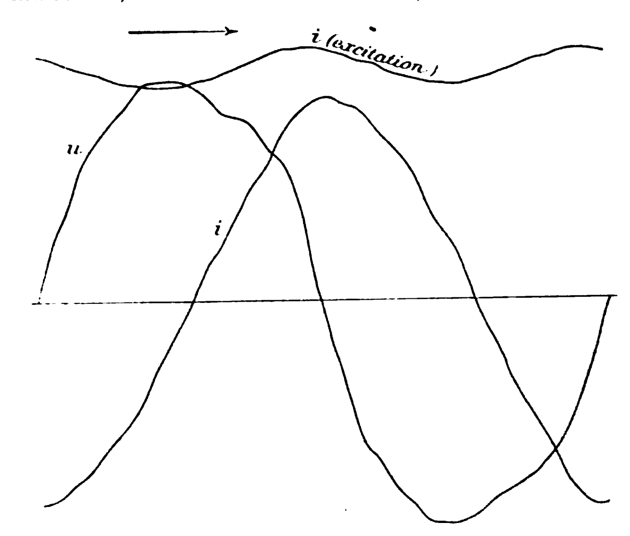


Fig. 6. — Variations périodiques du courant d'excitation d'un alternateur Siemens à induit sans fer travaillant sur charge inductive.

Alternateurs à 8 pôles. — Fréquence : 50. — Courant d'excitation : 23 A. — Différence de potentiel aux bornes de l'alternateur : 110 v. — Courant débité : 16 A. — Self-induction du circuit d'utilisation : 17,5 milli-henrys.

tation varie, pour la pleine charge, de 6 à 7 pour 100 au-dessus et au-dessous de sa valeur moyenne, soit de 12 à 14 pour 100 entre la valeur maxima et la valeur minima.

L'action est surtout marquée avec un circuit d'utilisation fortement inductif, comme le montre la figure 6, relative à l'alternateur travaillant sur une bobine de self-induction sans fer.

Une théorie complète de la réaction d'induit dans les alternateurs devra donc tenir compte de ces variations du courant inducteur, et des variations cycliques du champ dont elles sont la conséquence et la preuve. É. H.

TRANSMISSION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
ENTRE SAINT-MAURICE ET LAUSANNE
PAR COURANT CONTINU A HAUTE TENSION

La transmission de l'énergie à de grandes distances au moyen de l'électricité n'est pas un problème technique seulement, mais avant tout économique.

Il s'agit, en effet, de réaliser des conditions d'exécution qui maintiennent le coût total de l'énergie transmise dans des limites permettant de concourir avantageusement avec les moyens de production par moteurs thermiques, à vapeur ou autres.

L'exécution de transmissions électriques sera donc essentiellement la conséquence de l'utilisation de forces motrices hydrauliques ou de celles produites sur le carreau de la mine par l'emploi de certains combustibles très économiques. La transmission de l'énergie devra se faire sans de trop grandes pertes, d'où la nécessité de hautes tensions. Pour produire ces tensions très élevées, il n'y a que deux solutions possibles : recourir au courant alternatif en utilisant les transformateurs pour élever ou abaisser la tension du courant produit par les génératrices dans les limites compatibles avec la sécurité de l'exploitation et l'économie de la transmission, ou adopter l'accouplement en série de machines génératrices à courant continu dont les tensions s'ajoutent de façon à produire la tension totale nécessaire. Les circonstances particulières de chaque application peuvent déterminer d'une façon plus ou moins absolue le choix du système à adopter.

En 1898, la ville de Lausanne avait acquis une force motrice hydraulique de 14000 chevaux sur le Rhône, à Saint-Maurice, distant de 56 km du point d'utilisation (¹). Les projets de transmission furent soumis à une commission de cinq ingénieurs-électriciens des plus distingués, parmi lesquels M. le professeur Palaz ; ces experts s'arrêtèrent à une distribution par courant continu système série présentée par la Compagnie de l'Industrie électrique ; le choix leur fut dicté avant tout par la sécurité de l'exploitation et par l'économie de construction. Il résulte, en effet, des études présentées, que le système par courants triphasés aurait représenté une augmentation de coût d'installation, toutes choses égales d'ailleurs, de 740 000 fr (coût total de la solution série 7 365 000 fr, — triphasée 8 105 000 fr).

C'est en 1889 que M. René Thury, le sympathique directeur de la Compagnie de l'Industrie électrique, a étudié et appliqué pour la première fois le système de transmission et de distribution par courant continu à intensité constante.

Malgré les incessants développements du courant alternatif, M. Thury persévérait dans la voie qu'il s'était tracée et déjà plus de dix-huit installations ont été faites d'après son système. Grâce à de longues et patientes recherches, grâce à un outillage perfectionné, M. Thury est arrivé à créer un matériel spécial fonctionnant dans d'excellentes conditions, comme il nous a été permis de le voir tout récemment au moment de l'inauguration des installations de Lausanne.

Devant une assistance nombreuse de techniciens et de personnalités locales, la mise en marche de l'usine génératrice s'est faite simplement et sans difficultés, le couplage des machines en tension ne nécessitant presque aucun soin s'est réalisé en quelques minutes ; des variations de charge, quoique importantes, n'ont altéré en rien le réglage.

A l'usine réceptrice située à Lausanne, les moteurs à courant continu traversés par le courant venant de Saint-Maurice actionnent des alternateurs triphasés fournissant à la ville le courant nécessaire à son éclairage. Cette solution, d'apparence bizarre, n'est pas celle qui avait été proposée primitivement. M. le professeur Palaz avait, en effet, conseillé avec juste raison l'emploi du courant continu avec batteries d'accumulateurs formant réserve ; on aurait pu utiliser ainsi le courant pour la charge pendant la journée, et les batteries auraient fourni le coup de feu pendant la soirée. Malheureusement il n'en a pas été ainsi, et, pour des considérations d'ordre politique dans lesquelles nous nous abstiendrons d'entrer, le courant triphasé a été adopté à l'intérieur de Lausanne.

(¹) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 191, 1898, p. 528.

Les travaux exécutés à Saint-Maurice par l'Entreprise des Forces motrices du Rhône consistent :

1° Dans l'établissement d'un barrage sur le Rhône ;

2° Dans la création d'une chute permettant de produire une puissance de 14 000 chevaux ;

3° Dans la transformation de cette force motrice en énergie électrique, et enfin dans le transport de cette énergie de Saint-Maurice à Lausanne.

La prise d'eau est placée en amont des rapides du Bois Noir à la hauteur du village d'Evionnaz ; elle permet d'obtenir un niveau constant de 447,25 m au-dessus de la mer ; la rentrée de l'eau dans le Rhône se faisant à la cote 408,50 en hiver et 410,80 en été, la chute brute est donc de 38,75 m en hiver et 36,45 m en été.

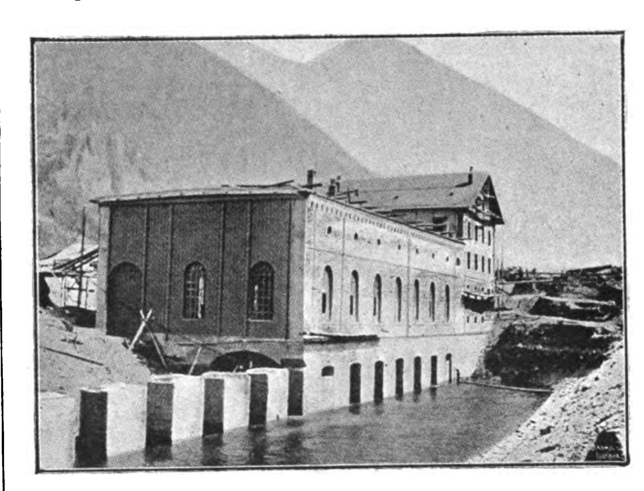


Fig. 1. — Usine génératrice de Saint-Maurice.

L'eau ainsi captée passe dans un canal d'amenée et arrive au réservoir de prise de charge ; la pente du canal d'amenée est de 0,5 pour 100 ; la chute utilisable est donc de 34,69 m en été et de 36,10 m en hiver.

Barrage. — Le barrage, d'une longueur totale de 91,20 m, est divisé par deux piles de 2,50 m de large en trois travées inégales. Deux travées de rive forment, à droite le débouché du canal d'amenée, à gauche un déversoir pour la régularisation du niveau de prise et une travée centrale de 48 m, laissant entièrement le lit mineur du fleuve.

La travée centrale seule est pourvue d'une fermeture

mobile s'appuyant sur un seuil en maçonnerie fixé dans le lit du Rhône.

La fermeture de la passe a lieu au moyen de vannes glissant dans des cadres, mobiles eux-mêmes autour d'un axe fixé à un pont supérieur, de sorte qu'on peut relever les vannes d'abord, puis les cadres dans une position entièrement hors d'atteinte des objets flottants par les plus hautes eaux connues.

Canal d'amenée. — Le canal d'amenée a une longueur totale de 3300 m; il se divise en deux parties principales : le canal d'amenée supérieur avec un bassin de dépôt, et le canal d'amenée inférieur.

Le canal d'amenée supérieur est à ciel ouvert, il a 800 m de longueur, longe le Rhône duquel il est séparé par une immense digue en maçonnerie; cette digue est noyée pendant les hautes eaux d'été.

Le bassin de dépôt est destiné à dépouiller l'eau de ses sables et de la plus grande partie de ses limons avant de s'engager dans la dérivation; il est d'une surface totale de 3500 m² sur le radier.

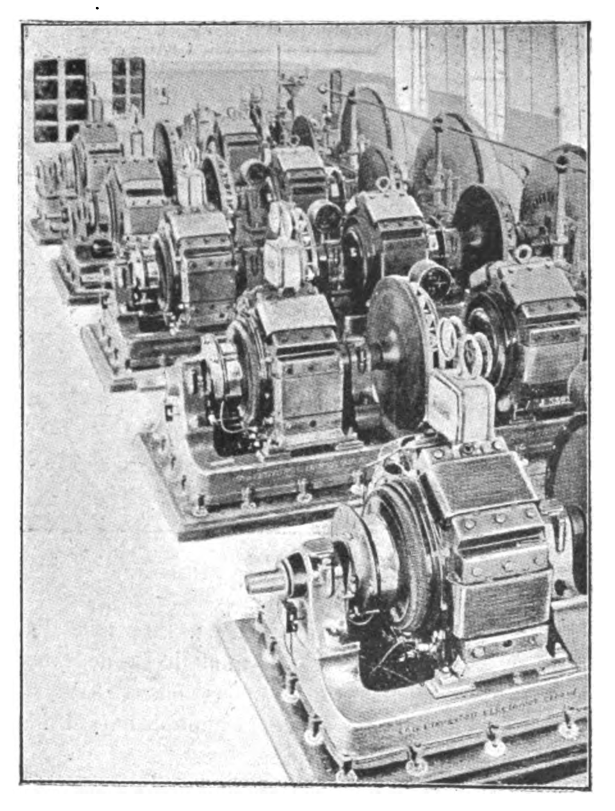


Fig. 2. — Vue des cinq groupes de 800 kw.

Pour faciliter les dépôts et les chasses et pour avoir l'eau aussi claire que possible, le fond du bassin est disposé en pente assez forte contre la vanne de chasse, et la prise d'eau est située latéralement.

Le canal d'amenée inférieur est construit partie à ciel ouvert, partie en tunnel ; il passe sous la voie du Jura-Simplon, traverse le cône du Bois-Noir, passe sous les deux lits du torrent Saint-Barthélemy, sous la route cantonale et arrive au réservoir de prise de charge.

Réservoir de prise de charge. — Avant de lancer l'eau dans les tuyaux et les turbines, il est avantageux de la clarifier davantage. Le nouveau bassin prévu à la prise de charge sert en même temps, non de réserve précisément, mais de régulateur de niveau.

Long de 230 m, avec une largeur en gueule et une profondeur d'eau normale variant de 12 m et 3,20 m à 44 m et 5,50 m, il offre à l'eau des sections croissantes de 23 m² à 180 m².

Sa capacité est d'environ 14000 m³, dont 12000 seulement pourraient arriver aux turbines, le reste servant aux eaux troubles, aux dépôts et aux chasses.

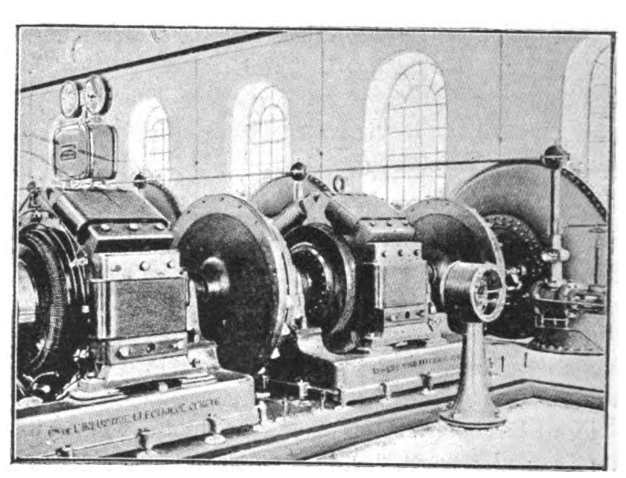


Fig. 3. — Vue d'un groupe de 800 kw et de sa turbine.

Comme au dépotoir, l'eau, en sortant, subit une décantation ; elle doit franchir des seuils surélevés disposés de manière à arrêter les filets profonds et troubles, à dévier ces derniers et à les entraîner vers les orifices de chasse.

La prise d'eau est faite, à travers trois chambres séparées qui peuvent être isolées du réservoir par des vannes doubles. A l'entrée des chambres se trouve une grille mobile.

Conduite sous pression. — Il a été installé pour la première période de l'installation une seule conduite en tôle de 2,70 m de diamètre intérieur. Cette conduite est posée sur des piliers en maçonnerie, fondés sur sol résistant.

Décharges du trop-plein, vidanges et chasses. — Un canal de décharge suit la conduite sous pression jusqu'au passage du chemin de fer, puis il se dirige directement au Rhône avec des pentes de 2,7 à 5,2 pour 100.

Canal de fuite et rentrée au Rhône. — Cette partie n'a de particulier que la grande profondeur de la tranchée le long de la voie ferrée, mais les talus de déblai du canal sont séparés des talus en remblai du chemin de fer par une banquette. Les revêtements du canal de fuite sont en pierres sèches.

Usine génératrice. — Le bâtiment de l'usine (fig. 1)

génératrice comporte un bâtiment pour atelier et logement et la salle des machines pour deux groupes triphasés et cinq groupes à courant continu. Les fondations du bâtiment ont été en outre prévues, du côté du canal de fuite, pour l'extension correspondant à une installation totale de 15 groupes de 1000 chevaux en sus des deux groupes triphasés.

La toiture de la salle des machines est construite suivant le système Munch.

Dans le voisinage des dynamos à courant continu, le sol de l'usine est recouvert d'une épaisse couche d'asphalte.

Turbines. — L'installation comprend 5 turbines (fig. 2 et 3) pouvant développer chacune une puissance de 1000 chevaux sur l'arbre, à 300 tours par minute, sous 32 m de chute utile et 2 turbines développant sous la même chute, 120 chevaux, à 750 tours par minute.

On a prévu un papillon pour chaque turbine, deux papillons de 2,70 m à l'entrée de la grande conduite dans l'usine et à son extrémité, et deux vannes de vidange.

Les turbines de 120 chevaux pour les alternateurs sont munies d'un régulateur automatique de vitesse; les cinq turbines de 1000 chevaux fonctionnent à vitesse variable;

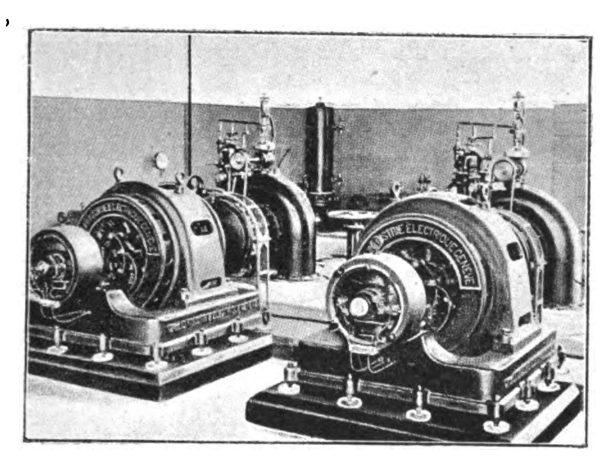


Fig. 4. — Vue des deux alternateurs avec excitatrice.

la vitesse des turbines est commandée par le régulateur électrique qui agit par un arbre général sur le servomoteur de chaque turbine. Les sept turbines sont du type Francis de MM. Escher, Wyss et Cie, à aspiration, afin d'utiliser toute la chute disponible, quelles que soient les variations du niveau d'aval.

A la vitesse de 750 tours par minute, les turbines des groupes triphasés développent une puissance de 120 chevaux avec un rendement de 75 pour 100; les turbines des groupes série développent une puissance de 1000 chevaux avec le même rendement à la vitesse normale de 300 tours par minute.

Dynamos et tableaux. — Les deux alternateurs (fig. 4) de 120 chevaux alimenteront l'éclairage et les petits moteurs de l'usine ainsi que le réseau de Saint-Maurice. Ce sont des alternateurs triphasés absorbant 120 chevaux sous la tension composée de 3000 volts, avec des excitatrices calées à l'extrémité de l'arbre.

Les dynamos à courant continu sont au nombre de dix, disposées par groupe de deux sur l'arbre de la même turbine. Les deux dynamos, dont l'ensemble constitue un groupe, sont accouplées entre elles et avec la turbine par un manchon élastique et isolant. Chacune de ces dynamos peut produire un courant constant de 156 ampères sous 2230 volts à la vitesse de 300 tours. Les deux dynamos combinées absorbant la puissance totale de la turbine qui les commande, soit 1000 chevaux, peuvent produire un courant constant de 150 ampères, sous 4460 volts à la vitesse normale de 300 tours par minute. Le réglage de l'installation à courant constant est obtenu par les variations de vitesse du groupe. L'ensemble est réglé par un régulateur automatique d'intensité qui agit par servomoteur sur le vannage de la turbine. Ces dynamos série sont groupés en tension sur le même circuit à l'aide d'un tableau spécial; les connexions de chaque dynamo aux appareils de commande sont effectuées à



Fig. 5. — Colonne de mise en marche de Saint-Maurice.

l'aide de câbles isolés et armés posés dans des tuyaux en grès noyés d'asphalte.

L'usine, qui est d'une extrême simplicité, ne comporte pas de tableau à proprement parler, l'unique appareil renfermé dans une colonne de fonte (fig. 5) est un interrupteur de court-circuit (l'ampèremètre et le voltmètre à double face de chaque unité sont placés directement sur la machine); à l'arrêt du groupe, celui-ci met en court-circuit, d'une part la ligne et de l'autre le groupe; pour mettre celui-ci en service, il suffit d'ouvrir doucement les vannes de la turbine, il se met alors en marche très lentement et la dynamo s'amorce en court-circuit; aussitôt que l'ampèremètre marque 150 ampères, le groupe est intercalé dans la ligne, ce qui s'obtient par la ma-

nœuvre de l'interrupteur sans aucune étincelle et la charge s'équilibre peu à peu automatiquement entre les divers groupes en service.

Le système dans son ensemble est connu sous le nom de système série breveté par la Compagnie de l'Industrie électrique à Genève.

Ligne de transport. — La ligne de transport de Saint-Maurice à Lausanne a une longueur de 56 km. Elle traverse le Rhône à l'embouchure du canal de fuite, puis la ligne du Jura-Simplon, sous le pont des Paluds, longe le grand canal de la plaine du Rhône et traverse une seconde fois le Jura-Simplon, près de Villeneuve. De là elle quitte la plaine, monte à Glion à travers les bois de Veytaux et de Chillon, passe à Sonzier, redescend à Gilanont, près de Vevey, remonte à Chexbres, traverse la ligne de chemin de fer Lausanne-Berne sur le tunnel pour arriver enfin à Belmont et de là à l'usine de Pierre-de-Plan, à Lausanne.

Elle est constituée par un circuit unique formé par un câble en cuivre de 150 mm² de section totale.

Ce conducteur câblé est supporté par des isolateurs en porcelaine. Ces isolateurs sont des isolateurs doubles formés d'une partie extérieure à triple cloche et d'une douille intérieure dans laquelle s'emboîte la ferrure.

Outre les deux conducteurs qui constituent le circuit de transport à courant continu et à haute tension, la ligne comporte un circuit téléphonique constitué par deux fils de bronze de 3 mm de diamètre. Ces deux circuits, le circuit à haute tension et le circuit téléphonique, sont fixés sur des poteaux en bois.

Dans les marais, les poteaux en bois sont bétonnés dans un gros bloc de béton et reposent sur un plancher en bois.

La ligne alimente, en faisant un crochet de 2 km, un moteur de 300 kw à la fabrique de ciment de Paudex puis aboutit à l'usine de Pierre-de-Plan située au nord de Lausanne. Elle a été essayée au moyen du courant d'une machine spéciale système Thury de 25 kw *produisant directement du courant continu à* 25 000 *volts*; nous reviendrons plus tard en détail sur cette machine que nous avons vu fonctionner et qui témoigne une certaine audace de la part de son constructeur.

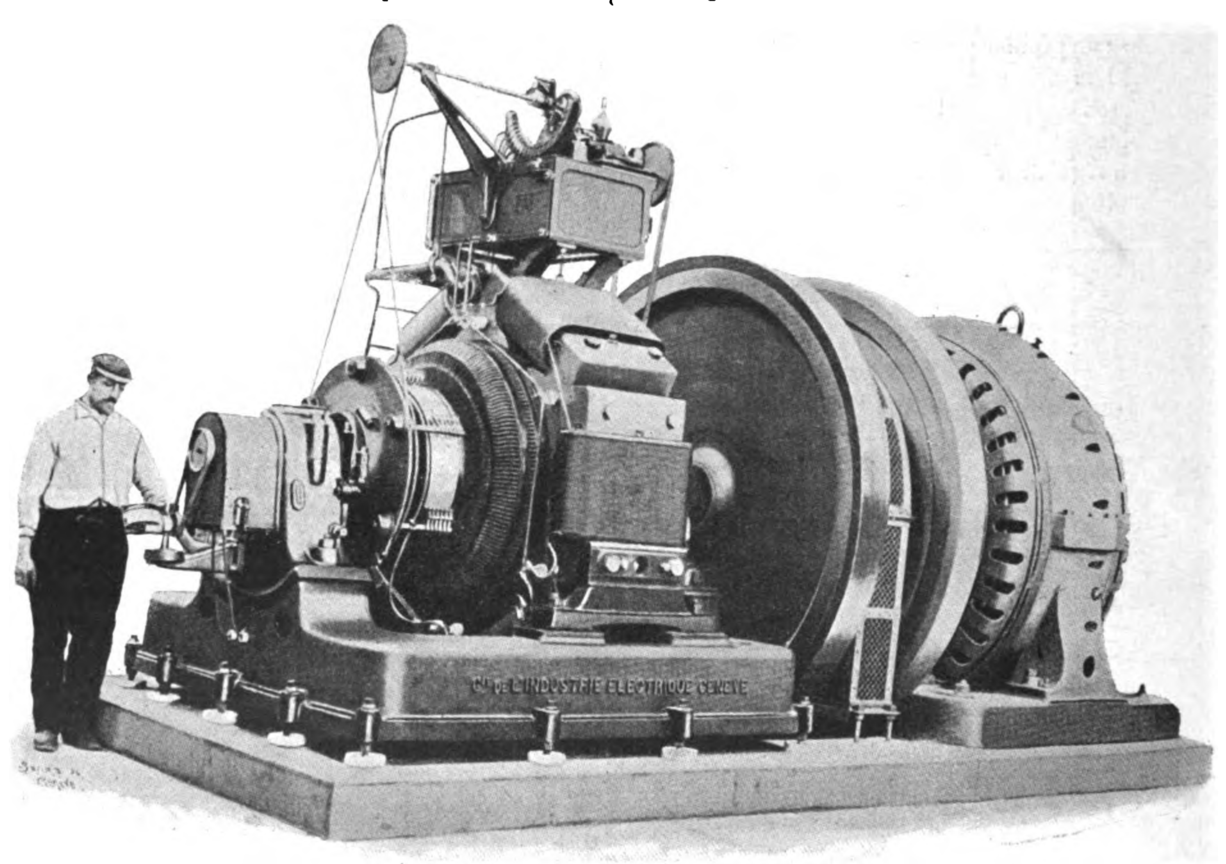


Fig. 6. — Groupe moteur série à haute tension actionnant un alternateur de 300 kw. (Usine de Lausanne.)

Usine réceptrice. — A l'usine réceptrice de Pierre-de-Plan à Lausanne n'existent actuellement que cinq moteurs série, chacun de 300 kw absorbant à l'intensité de 150 ampères une différence de potentiel de 2150 volts chacun (fig. 6). Chaque moteur a son petit tableau de mise en marche qui se compose d'un voltmètre, d'un ampèremètre, d'un interrupteur de coupe-circuit et d'un interrupteur de court-circuit automatique (fig. 7). Sur chaque moteur se trouve le régulateur qui agit par shuntage des inducteurs et calage des balais.

A Paudex, où la place est mesurée, le tableau est rem-



placé par une colonne en fonte qui renferme tous les appareils.

Quatre moteurs série actionnent chacun un alternateur triphasé à 3000 volts pour la distribution d'énergie dans Lausanne et sa banlieue. Deux de ces alternateurs peuvent également être actionnés directement par machine à vapeur.

Il est à remarquer ici que les moteurs placés sur la ligne à haute tension ont à supporter en réalité une différence de potentiel bien inférieure à celle des génératrices secondaires, ce qui constitue un avantage en faveur de la distribution en série.

Le cinquième moteur actionne une génératrice à courant système Thury de 300 kw destinée à fournir le courant aux tramways.

L'installation est complétée par une deuxième génératrice de réserve pour le tramway et par une batterie d'accumulateurs avec survolteur dévolteur automatique, système Thury.

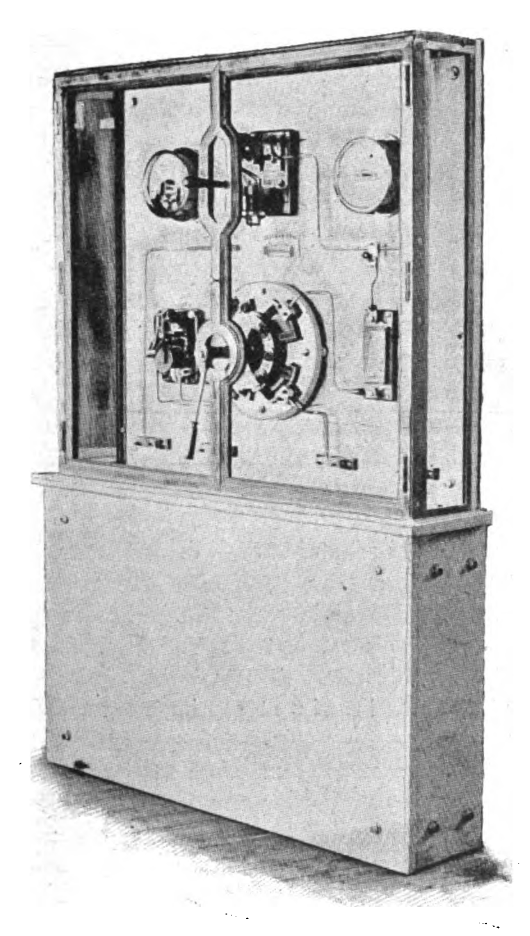


Fig. 7. — Tableau de moteurs-série, Lausanne.

La ligne de transmission est protégée par un grand nombre de parafoudres à bras et par quelques nouveaux parafoudres du modèle dit C. I. E. Ces appareils ont le grand avantage de décharger constamment les lignes sans amorcer l'arc. Au moment d'un coup de foudre ils opposent une résistance infranchissable au courant de l'installation à protéger, mais ils laissent passer avec la plus grande facilité les courants à haut potentiel des décharges atmosphériques.

Ces appareils fonctionnent utilement non seulement en cas de décharges atmosphériques mais encore en soutirant continuellement les effluves électriques provenant des charges statiques de la ligne; ces charges se produisent presque constamment même par des temps clairs, lorsque la ligne est bien isolée et présente une grande longueur avec quelques accidents de terrain, comme c'est le cas de la distribution de Saint-Maurice à Lausanne.

Retour par la terre. — Des expériences très intéressantes ont été faites sur cette installation, en vue de s'assurer, si le cas échéant, on ne pourrait pas marcher avec un seul fil de ligne et retour par la terre. Il a fallu une certaine audace pour oser faire passer dans le sol les 150 ampères de la distribution, l'expérience a cependant pleinement réussi.

A Lausanne la terre était constituée par la canalisation d'eau de la ville à laquelle pour éviter les effets de l'électrolyse on avait relié le pôle négatif de la distribution. A Saint-Maurice on a dû créer une terre artificielle composée d'une multitude de petites prises de terre mises en quantité, les électrodes étaient en fer enfouies dans le sol humide au sein d'un lit de coke.

La marche en série des machines s'est produite sans difficulté mais tandis que la terre de Lausanne était presque parfaite, en raison de son développement, celle de Saint-Maurice représentait une perte de charge assez notable due sans doute à la nature du terrain, très rocheux en cet endroit.

Cette expérience a été tentée non plus en vue d'une application continue, mais pour fournir une solution provisoire en cas de rupture de l'un des fils de ligne.

L'usine réceptrice de Lausanne contient également la machine à courant continu produisant directement 25 000 volts dont nous avons parlé plus haut. Cette machine, qui sert à vérifier l'isolement de la ligne, présente quelques particularités de construction du plus haut intérêt sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir. En présence d'une nombreuse assistance M. Thury a fait fonctionner sa dynamo, elle était actionnée par courroie au moyen d'un moteur de 30 à 40 kw commandant également une petite excitatrice; un voltmètre branché directement sur la génératrice a aussitôt indiqué la tension de 25 000 volts. Pour mieux montrer l'existence de cette haute tension la machine a été arrêtée et une branche de sapin de 1 mètre de longueur, arbre résineux et isolant s'il en fut, a été reliée par ses extrémités aux bornes de la dynamo. A partir de 15 000 volts une légère fumée s'élève du branchage, puis des étincelles apparaissent le long de la tige centrale et à 20 000 volts l'arbre a pris feu. La machine à ce moment ne donnait que des étincelles à peine visibles aux balais.

Il nous a été donné de voir encore à Vouvry à quelque distance de Saint-Maurice une chute de 950 m de *hauteur*

de verticale, la plus élevée du monde, alimentant par roues de Pelton 4 alternateurs de 500 kw. L'eau provient du lac de Tannlay; elle est amenée dans une conduite forcée à l'usine de Vouvry où nous avons vu fonctionner les machines.

L'orifice de l'ajutage d'une turbine de 25 chevaux actionnant une excitatrice n'est que de 4 mm, et le réglage de l'admission se fait simplement à l'aide d'un petit robinet à pointeau.

Il se dégage de ces nouvelles installations quelque chose de grandiose et d'audacieux à la fois qui constitue la plus grande gloire de M. Thury. La Suisse, ce pays si accidenté, au sol ingrat et au climat rigoureux, possède à son actif une foule d'installations montrant le parti que l'on peut tirer des chutes d'eau grâce aux progrès incessants de la science électrique.

Nos lecteurs nous permettront, en terminant, de remercier sans réserve l'Entreprise des Forces motrices du Rhône et en particulier la Compagnie de l'Industrie électrique, en la personne de M. Thury, de l'excellent accueil plein de franchise et de cordialité que nous avons reçu au cours de notre voyage. A. Soulier.

SUR LE POINT D'ARRÊT

DE LA

DÉCHARGE DES ACCUMULATEURS

Comme suite à votre article sur le point d'arrêt de la décharge d'une batterie d'accumulateurs, article paru dans votre journal du 25 avril 1902, j'ai l'avantage de vous communiquer la note ci-dessous :

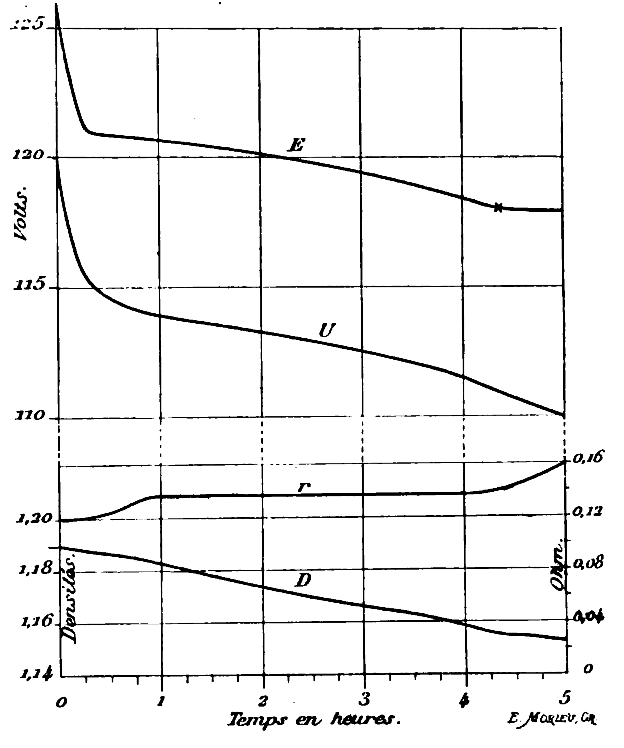
Jusqu'ici la pratique a généralement admis qu'une batterie d'accumulateurs pouvait être considérée comme déchargée lorsque la tension tombait à 1,8 v par élément en fin de décharge; or il est bien évident que les essais faits de cette façon ne peuvent servir à comparer des essais faits à des régimes différents sur une même batterie, ou encore à comparer des batteries entre elles; si, en effet, le régime de décharge augmente, il est évident que la tension de 1,8 v sera plus vite atteinte et cependant la décharge ne sera pas poussée au même degré.

Notre façon de procéder, qui est celle adoptée par le service de contrôle des installations électriques fait par l'*Association des industriels du Nord*, à Lille, nous semble combler cette lacune.

Le point essentiel de notre essai est que, au lieu de nous baser pour la fin de décharge sur la différence de potentiel aux bornes en débit, comme on a l'habitude de le faire, nous nous basons sur la force électromotrice lue instantanément après la rupture du circuit de décharge; nous obtenons ainsi à chaque lecture en circuit ouvert une tension qui est égale à la différence de potentiel en circuit fermé augmenté de la tension représentée par le produit du courant de décharge par la résistance intérieure de la batterie.

Cette tension nous sert de point fixe et il nous paraît juste de considérer toute batterie amenée à cette même tension comme également déchargée; dans ces essais, plus le débit augmente et plus la tension en circuit fermé sera faible en fin de décharge.

Tous les essais que nous faisons ainsi nous permettent de décharger au même degré une même batterie suivant



les divers régimes adoptés et aussi de comparer les différents types entre eux.

Voici, à titre d'exemple, un essai fait sur une batterie de 60 éléments d'accumulateurs Tudor au régime de 50 ampères en 5 heures.

Les résultats de l'essai sont consignés sur les courbes ci-jointes.

En AB, nous avons la courbe des tensions en circuit ouvert; nous voyons que nous sommes partis de 126 volts pour tomber, au bout de 20 minutes, à 121 volts; puis la variation est lente et nous arrivons à 118 volts au bout de $4^h,30^m$.

La tension en circuit fermé, courbe CO, a varié de 120 volts à 110 volts; nous sommes donc descendus à 1,83 v par élément; la courbe nous montre qu'au bout de 4 heures la tension baissait rapidement, ce qui était l'indice de fin de charge.

La résistance intérieure, courbe EF, a varié de 0,12 ohm à 0,16 ohm; la courbe indique qu'elle augmentait rapidement au bout de la quatrième heure; cette résistance était au début de $\frac{0,12 \text{ ohm}}{60} = 0,002$ ohm par élément, elle est montée de $0,0026 - 0,002 = 0,0006$ ohm par élément.

La densité acide a varié de 23° à 19°,25, la courbe GH indique la variation; on voit avec la courbe que cette densité baisse rapidement au bout de la quatrième heure.

Toutes nos lectures ont été faites au début et à la fin de 5 en 5 minutes, dans l'intervalle de 15 en 15 minutes.

Pour faire les lectures en circuit ouvert, on coupe brusquement le circuit de décharge, on lit la force électromotrice instantanément et on referme aussitôt le circuit.

Nous voyons donc que la valeur de la force électromotrice étant fixée d'avance, nos essais sont comparables, cette valeur n'est pas influencée par la valeur du courant de décharge.

De plus, nous pouvons suivre ainsi les variations de résistance intérieure de la batterie.

G. Bienaimé,
Ingénieur de l'Institut industriel du Nord.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les Télégraphes en Angleterre. — Il semble que les employés télégraphistes du *London General Post Office* ont toujours à se plaindre; en effet, nous trouvons que c'est la seule administration où des troubles ont lieu. Ces manifestations reviennent toutes les années, et quelquefois elles sont causées par de petites choses telles que les règlements sur les déjeuners des employés, ou par de plus importantes affaires, comme les honoraires. Les employés se sont syndiqués, et ils ont leur propre Association. On dit aussi que dans l'avenir ils délégueront un membre de la Chambre des Communes pour les représenter et faire connaître leurs plaintes et leurs doléances au Parlement. Récemment, il y eut une discussion à la Chambre relativement à une promesse mal tenue de la part de l'administration dans l'affaire des honoraires.

Mais quoique le gouvernement traite assez bien ses employés, ils ne paraissent jamais réussir dans aucune de leurs agitations, à cause de la position forte prise toujours par le *Postmaser General*.

Il paraît que les tempêtes de l'hiver passé ont fait une impression considérable sur le gouvernement à cause de l'interruption des lignes télégraphiques partout dans le Nord et l'isolement de l'Écosse qui en résulta. Nous y avons fait référence au moment où on suggéra d'installer un câble sous-marin de Londres jusqu'au Forth et à la Clyde.

Maintenant nous apprenons que l'Administration des Postes est en train d'installer un câble télégraphique souterrain de Londres à Birmingham, qu'on propose de continuer jusqu'à Manchester, Liverpool et d'autres villes, se terminant éventuellement à Edimbourg et Glasgow. Cette ligne-ci aurait une valeur considérable pendant les mois d'hiver ou en cas de guerre.

Les systèmes de tarif pour l'électricité. — Quelques-uns de nos lecteurs savent peut-être que pendant quelques années il a existé en Angleterre un système appelé le *Maximum Demand System*, avec lequel on avait espéré que les stations centrales d'électricité pourraient se faire rembourser l'installation supplémentaire qui devient nécessaire pour fournir du courant à ces consommateurs qui n'emploient leurs lampes qu'au moment de la plus grande demande, c'est-à-dire de 6 à 8 heures du soir. Ce système fut inventé par M. Arthur Wright, l'ingénieur-électricien de la municipalité de Brighton, et, en effet, il imagina une espèce de thermomètre en série avec le compteur. Cet instrument enregistre le plus grand courant pris par le consommateur à n'importe quel moment. On appelle ceci sa plus grande demande, et son compte tous les trois mois est fondé sur deux heures de ce courant chaque jour à un taux particulièrement élevé en même temps qu'un grand rabais est fait sur chaque unité en plus que cette quantité. Par ce moyen, on prétendit que le facteur de charge serait augmenté aussi bien que le nombre de lampes et que la tendance du consommateur serait de faire brûler ses lampes plus longtemps.

Les résultats des villes qui ont adopté ce système ne semblent pas venir à l'appui de ces prédictions, car, quoique le nombre de lampes se soit accru, le facteur de charge n'est pas aussi grand que celui des villes qui ont employé le système ordinaire de fixer un même prix pour toutes les unités consommées. Une communication lue récemment par M. Wright devant l'Institut des ingénieurs-électriciens donne le moyen d'écarter beaucoup de plaintes sur ce sujet, car on a dit avec justice que le système empêche les consommateurs de faire brûler plusieurs lampes à la fois, comme pour les dîners, les fêtes, etc.

Nous avons récemment vu un bien meilleur appareil qu'a introduit la *General Electric C°*, au moyen duquel il est possible de marcher à un taux élevé pendant près de deux heures, et à un bas prix pendant le reste des vingt-quatre heures. On arrive à ce résultat avec un mouvement automatique d'horlogerie, qui est commandé par un électro monté en dérivation. En plaçant deux index aux heures désirées, on met une résistance en série avec l'enroulement shunt du compteur; au bout de cette période, elle est interrompue. Par ce moyen et selon la valeur de la résistance, le compteur donnera un enregistrement exact pendant deux heures et retardera pendant les autres vingt-deux heures du jour. Ainsi son action est celle d'un vrai registre de ce que doit payer le consommateur, et il ne faut le multiplier que par un seul taux seulement. Le consommateur sait bien que, pendant deux heures, il paie à un plus haut taux, et ainsi on évite de surcharger les stations, tandis que, pendant le reste du jour, on l'encourage à consommer plus de lumière parce que son compteur va lentement.

Les tramways du London County Council. — La

semaine dernière, le London County Council adjugea la commande pour les cent premières lignes de tramways, d'après les nouveaux systèmes à canalisation souterraine des London Tramways. Il y eut beaucoup de concurrence pour obtenir cette première affaire importante, et les prix de neuf maisons qui soumissionnèrent varièrent de 1 625 000 fr à 2 000 000 fr. En tout vingt-trois soumissions furent présentées, et on a passé la commande à MM. Dick Kerr et Cᵒ. Un trait remarquable qui se rattache à cette affaire, est que les maisons allemandes ont présenté quelques-unes des plus hautes soumissions, à cause, sans doute, du grand coût de transport des cars en Angleterre.

La forme de prise de courant employée est la même que celle inventée par M. Connet pour le système à caniveau à Paris, et le car présente de nouvelles particularités de construction. Les cars ont des places pour 26 voyageurs dans l'intérieur et pour 38 sur l'impériale.

Ils sont montés sur des bogies Brill à traction maxima, et chaque bogie peut porter un des moteurs spéciaux faits par Dick Kerr et Cᵒ, bien connus pour leur absence d'étincelle sous toutes les conditions de charge. Cette même maison réussit aussi à obtenir le contrat pour l'usine génératrice.

L'Institution of Electrical Engineers. — A la dernière réunion de cette Société, le Conseil a fait ses nominations pour l'année prochaine. Celles-ci incluent M. James Swinburne comme président, et comme vice-présidents, Major Cardew (du *Board of Trade*), M. Ferranti, M. John Gavey (ingénieur en chef des Télégraphes), et le professeur Oliver Lodge. Un intérêt spécial s'attache à la nomination de M. Swinburne comme président, car l'année dernière il y eut une différence d'opinion dans le conseil sur la question de sa nomination, et ultimément il se retira et M. Langdon fut élu.

Cette année on ne lui connait aucune opposition, et il est de l'avis général que l'Institut a un homme capable comme président.

M. Swinburne a eu une carrière très mouvementée et autrefois, après avoir joui d'une éducation scientifique et servi comme apprenti dans les usines, on pensa qu'il adopterait peut-être une profession musicale, à cause de la difficulté qu'il eut d'obtenir une position. Cependant il rencontra M. Swan et obtint de l'occupation dans l'industrie des lampes électriques à incandescence. On l'envoya à Paris et à Anvers pour organiser la manufacture de ces lampes à l'étranger, et après cela il est allé en Amérique dans le même but. Plus tard il fut employé dans la maison de Crompton et Cᵒ, et après cela il fonda une petite maison d'affaires près de Londres, où il fabriqua des transformateurs et des instruments. Plus tard il devenait ingénieur électricien conseil, ce qu'il est encore aujourd'hui, et on le considère comme un des meilleurs experts électriciens.

Les chemins de fer électriques souterrains de Londres. — La bataille qui est en train de se livrer ici entre les deux grands financiers américains, M. Yerkes et M. Pierpont Morgan, pour l'acquisition des concessions pour établir les chemins de fer électriques souterrains, est amusante pour les spectateurs. Il paraît que M. Morgan sent qu'il faut se mêler de tout, et lorsqu'on voyait que M. Yerkes avait la première chance avec la transformation électrique du District Railway et divers autres chemins de fer en communication avec le District Railway, M. Morgan et sa partie ont paru avec des projets rivaux.

Le résultat est que les habitants de Londres profiteront probablement des bienfaits réels de la lutte, car la Commission du Parlement qui considère ces bills à présent examinera cette affaire très soigneusement. A propos du District Railway, dont la transformation est en cours, on annonce que MM. Green et fils ont reçu la plus grande commande jamais donnée pour leurs économiseurs pour la station centrale. L'installation, lorsqu'elle sera terminée, contiendra 10 000 tubes, représentant près de 10 000 m² de surface de chauffe. C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 14 avril 1902.

Quelques remarques sur la théorie de l'arc chantant de Duddell. — Note de M. Paul Janet, présentée par M. Mascart — Soient E la force électromotrice constante de la batterie d'accumulateurs qui fournit le courant principal, R la résistance du rhéostat (que je supposerai sans self-induction) intercalé sur ce circuit, r la résistance du circuit dérivé, L et C la self-induction et la capacité intercalées dans ce circuit; on sait que le courant alternatif obtenu dans ce circuit dérivé a une pulsation ω déterminée par la condition de résonance

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{CL}}.$$

Cela posé, soient I le courant instantané dans le circuit principal, i dans le circuit dérivé, i' dans le circuit de l'arc. Le courant principal I est évidemment la superposition d'un courant continu et d'un courant alternatif

$$I = I_c + I_0 \sin \omega t.$$

La différence de potentiel aux bornes de l'arc $U_A - U_B$ est alors

$$U_A - U_B = E - RI_c - RI_0 \sin \omega t,$$

et les courants i et i' sont donnés par les formules

$$i = -\frac{R}{r} I_0 \sin \omega t,$$



$$i' = I_c + \frac{R+r}{r} I_0 \sin \omega t.$$

De là on tire

$$d(U_A - U_B) = - RI_0\omega \cos \omega t \, dt,$$

$$di' = \frac{R+r}{r} I_0\omega \cos \omega t \, dt,$$

d'où

$$\frac{d(U_A - U_B)}{di'} = - \frac{Rr}{R+r}.$$

Il résulte de là que, ainsi que M. Duddell l'avait déjà signalé, la dérivée de la différence de potentiel aux bornes de l'arc par rapport au courant circulant dans cet arc doit être négative. C'est ce qui a lieu avec des charbons homogènes, même pour des oscillations atteignant la fréquence de 1000 à 10 000 par seconde.

Si la résistance r est petite par rapport à R, on a

$$\left[\frac{d(U_A - U_B)}{di'}\right] = r.$$

Il semble donc que, pour que les oscillations se produisent, il faut que le régime de l'arc soit tel que la valeur absolue de sa résistance apparente (négative) soit égale à la résistance du circuit dérivé. Duddell avait donné, au lieu de l'égalité précédente, l'inégalité

$$\left[\frac{d(U_A - U_B)}{di'}\right] \geqq r.$$

L'arc chantant de Duddell fournit un moyen remarquable d'obtenir, au moyen d'une force électromotrice continue, un courant alternatif. Il est intéressant d'étudier la valeur des courants et la répartition des énergies dans les différentes parties des circuits. Nous nous bornerons à résumer les résultats obtenus :

	Valeurs instantanées.	Valeurs efficaces.	Valeurs moyennes.
Courant dans le circuit principal.	$I_c + I_0 \sin \omega t$	$\sqrt{I_c^2 + \frac{I_0^2}{2}}$	»
Courant dans le circuit dérivé .	$- \frac{R}{r} I_0 \sin \omega t$	$\frac{RI}{r\sqrt{2}}$	»
Courant dans l'arc.	$I_c + \frac{R+r}{r} I_0 \sin \omega t$	$\sqrt{I_c^2 + \frac{(R+r)^2 I_0^2}{2r^2}}$	»
Différence de potentiel aux bornes de l'arc.	$E - RI_c - RI_0 \sin \omega t$	$\sqrt{(E - RI_c)^2 + \frac{R^2 I_0^2}{2}}$	»
Puissance fournie par la pile. .	$E(I_c + I_0 \sin \omega t)$	»	EI_c
Puissance Joule dans le circuit principal	$R(I_c + I_0 \sin \omega t)^2$	»	$RI_c^2 + \frac{RI_0^2}{2}$.
Puissance Joule dans le circuit dérivé	$\frac{R^2 I_0^2 \sin^2 \omega t}{r}$	»	$\frac{R^2 I_0^2}{2r}$
Puissance fournie à la bobine de self-induction.	$\frac{R^2 I_0^2 L\omega \sin 2\omega t}{2r^2}$	»	0
Puissance fournie au condensateur	$- \left(E - RI_c + \frac{RI_0 L\omega}{r} \cos \omega t\right) \frac{RI_0}{r} \sin \omega t$	»	0
Puissance dans l'arc.	$(E - RI_c - RI_0 \sin \omega t) \left(I_c + \frac{R+r}{r} I_0 \sin \omega t\right)$	»	$(E - RI_c)I_c - \frac{R(R+r)I_0^2}{2r}$

Les valeurs I et I_0 peuvent s'obtenir facilement par l'expérience.

Variations du spectre des étincelles. — Note de M. B. Eginitis, présentée par M. J. Violle. — Lorsque les pôles des étincelles contiennent des métaux différents, les variations de la self-induction du circuit modifient profondément la composition de la lumière des étincelles.

Deux pôles de fil d'aluminium de 1 mm environ de diamètre sont recouverts jusqu'à une distance de 2 mm de leurs extrémités d'une très petite quantité de sodium métallique. On fait, tout d'abord, jaillir entre les deux pôles ainsi préparés des étincelles ordinaires pendant quelques secondes. Ces étincelles sont fournies par une bobine d'induction de grandeur moyenne actionnant quatre bouteilles de Leyde de $7{,}10^{12}$ unités C.G.S. de capacité se déchargeant neuf à dix fois par seconde à travers un circuit sans self-induction. Par l'introduction de bobines sans noyau métallique dans le circuit de décharge, la self-induction peut prendre des valeurs croissantes. La résistance du circuit est maintenue à la valeur constante de 5 ohms.

Le spectre des étincelles jaillissant entre ces deux pôles contient tout d'abord les raies de l'aluminium et du sodium.

Lorsqu'on fait croître la self-induction, les raies de l'aluminium diminuent d'intensité très rapidement, tandis que l'intensité de la raie jaune du sodium augmente de plus en plus. Une petite bobine de 6 cm de diamètre et de quelques tours de fil suffit pour que la plupart des raies de l'aluminium deviennent courtes [1]. En augmentant de plus en plus la self-induction du circuit, les raies de l'aluminium deviennent

[1] L'image de l'étincelle étant projetée sur la fente du spectroscope, les raies courtes sont celles qui se trouvent au voisinage des électrodes.

rapidement de plus en plus courtes et enfin tout son spectre s'élimine. Au contraire, pendant ce temps la raie jaune du sodium devient de plus en plus brillante et les doublets vert et rouge apparaissent et atteignent à la fin une intensité remarquable. Pour une capacité de 0,0085 microfarad, il suffit d'une self-induction de 0,0002 henry environ pour éliminer complètement le spectre de l'aluminium et les raies de l'air, quand la distance des pôles ne surpasse pas 1 mm ou 1,5 mm. Les étincelles présentent alors une couleur orangée très brillante due aux vapeurs du sodium, et les pôles sont entourés par une auréole très étendue.

Si la self-induction du circuit continue à augmenter, la disparition du spectre de l'aluminium persiste, et la raie jaune du sodium, après avoir été extrêmement brillante, devient renversée à partir d'une certaine valeur. La plus grande valeur de self-induction que nous avons employée était de 0,05 henry environ.

Les valeurs de la self-induction qui éliminent le spectre de l'aluminium diffèrent suivant les distances des pôles. Les grandes distances demandent de grandes valeurs de la self-induction.

Toutes les conditions varient avec la quantité d'énergie mise en jeu : les valeurs de la self-induction qui correspondent à l'élimination d'un spectre diminuent quand la capacité augmente (jusqu'à une certaine limite).

Ce phénomène présenté par les deux métaux, l'aluminium et le sodium, se retrouve avec plusieurs autres métaux. Le platine, le fer, l'étain, et d'autres métaux préparés de la même façon avec du sodium ou du potassium, donnent des résultats identiques. Dans quelques cas, comme par exemple fer-sodium, les grandes valeurs de la self-induction font réapparaître les raies du fer.

Pour un même métal, les valeurs de la self-induction qui éliminent le spectre d'un autre varient avec la nature de ce dernier.

L'élimination du spectre d'un des métaux est quelquefois difficile, et elle n'est pas toujours possible. Comme exemple, nous citerons le cas des métaux Hg, K, Na, qui n'ont jamais été éliminés. Souvent l'augmentation de la self-induction a seulement comme résultat la diminution de l'intensité des raies de l'un des métaux ou le changement de plusieurs raies en raies courtes.

L'élimination du spectre d'un métal peut être obtenue sans la présence immédiate d'un autre métal sur le même pôle. Ainsi, nous avons obtenu l'élimination dans le cas où deux métaux purs forment chacun l'un des deux pôles. Nous avions pris pour l'un des pôles du platine ou de l'aluminium et pour l'autre du mercure contenu dans un tube de verre. Pour une valeur de 0,004 henry, les raies du platine ou de l'aluminium ont été éliminées. Au contraire, les raies du mercure qui restaient étaient renforcées. Quelquefois les raies du mercure présentaient un aspect curieux. Chacune des raies était partagée en deux parties d'intensité différente. La partie la plus intense correspondait au mercure, et l'on passait brusquement de l'une à l'autre partie, comme si l'intervalle où se produisaient les étincelles avait été à moitié rempli de vapeur de mercure.

Cette observation conduit à une remarque très générale. Les métaux dont les spectres s'éliminent ou diminuent d'intensité sont des métaux qui donnent de très petites quantités de vapeurs. Au contraire, les métaux dont le spectre reste et augmente d'intensité sont parmi ceux qui sont très volatils.

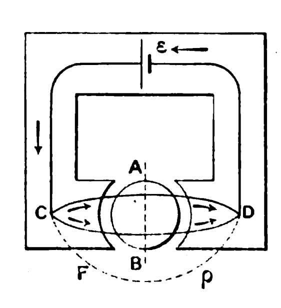
Dans une Note très prochaine, nous montrerons comment ce phénomène peut être rattaché aux variations des spectres d'un métal et du milieu ambiant étudiées par M. Hemsalech.

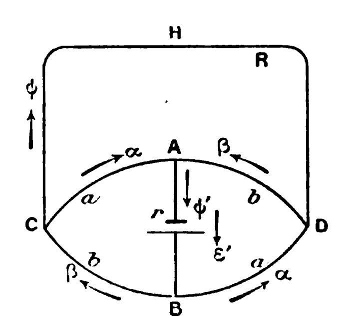
Diffusion rétrograde des électrolytes. — Note de M. J. Thovert, présentée par M. J. Violle. (*Extrait.*) — Si l'on fait diffuser une solution d'un acide additionné d'un autre électrolyte, vis-à-vis d'une solution de cet électrolyte additionnel, on constate que ce dernier corps, réparti primitivement d'une façon uniforme dans tout le liquide, se concentre en certains points pendant les premiers temps de l'expérience. (Voy. les détails aux *Comptes rendus.*)

Sur la réaction magnétique de l'induit des dynamos. — Note de M. N. Vasilesco-Karpen, présentée par M. Lippmann. — Une dynamo doit nous apparaître, au point de vue magnétique, comme un ensemble de circuits ou, plus exactement, comme un milieu magnétique, soumis à l'action d'un certain nombre de forces magnétomotrices constituées par les spires tant inductrices qu'induites.

C'est *à cet ensemble* qu'il faut appliquer le calcul pour trouver les flux utiles et par conséquent la force électromotrice de la machine, soit à vide, soit en charge. Le calcul rigoureux de ces flux n'est pas abordable, mais, sans rien changer à la façon d'envisager la question, nous ferons les simplifications d'usage; l'explication, qualitative du moins, du phénomène n'en souffrira pas.

Considérons une machine bipolaire (fig. 1); je composerai les ampères-tours inducteurs et les ampères-tours longitudinaux, évidemment démagnétisants, en une seule force magnétomotrice ε. La figure 1 représente, avec leurs





sens, les lignes de force moyennes des flux produits par cette force magnétomotrice ε.

Je compose de même les ampères-tours transversaux de l'induit en une seule force magnétomotrice ε', dirigée suivant AB. Cette force magnétomotrice superpose aux flux dus à ε de nouveaux flux α, β, ψ, ψ', dont la figure 2 donne les lignes de force moyennes avec leur sens; ces lignes de force sont supposées avoir le même parcours que celles dues à ε.

Soient a, b, r, R les réluctances des tronçons parcourus par les nouveaux flux; les lois de Kirchhoff donnent

$$\psi = \frac{a - b}{(R + a)(r + b) + (R + b)(r + a)} \varepsilon'. \qquad (1)$$

Dans la théorie classique, au lieu de considérer l'ensemble du réseau représenté par la figure 2, on considérait seulement la portion ABCD, ce qui revient à supposer $a = b$. *C'est la raison pour laquelle la théorie classique s'est trouvée en contradiction avec les faits.*

Dans la formule (1), a, b, r, R sont, en effet, les réluctances comptées *à partir de l'état magnétique dû à* ε; et si l'on considère l'allure des courbes du magnétisme, on voit que ces réluctances sont plus grandes dans le sens des flux préexistants que dans le sens contraire; on aura donc presque toujours $a > b$.

Les ampères-tours transversaux sont donc démagnétisants et leur influence partant de zéro sera maximum aux environs du coude de la courbe du magnétisme des parties CA, CB, DA, DB.

Dans certaines machines où le coude de la courbe du magnétisme est très prononcé, l'influence démagnétisante des ampères-tours transversaux peut être très voisine de celle des ampères-tours longitudinaux; il n'est donc pas étonnant que la réaction d'induit ait été trouvée quelquefois indépendante de l'angle de calage.

On a vérifié aussi quelquefois que la réaction d'induit augmentait avec l'excitation (Stromberg). Ce cas paradoxal s'explique par l'existence d'un maximum dans la valeur de ψ.

J'ai supposé, dans la démonstration précédente, que les lignes de force moyennes ont le même parcours qu'avant l'introduction de la force magnétomotrice transversale, et l'on a pu se demander si l'allongement des lignes de force augmentant la réluctance ne diminuerait pas le flux utile. Pour examiner cette question, plaçons-nous dans le cas où $r = R$, $\varepsilon = \varepsilon'$. Par raison de symétrie, les deux flux Φ et Φ' traversant ε et ε' seront égaux, et, suivant un principe que j'ai énoncé dans une Note précédente [1], ces flux, calculés avec une distribution approximative des lignes de force, seront moindres que les flux réels. En d'autres mots, nous obtenons par le calcul indiqué une limite supérieure de la réaction d'induit. L'allongement des lignes de force est compensé et au delà par la cause qui le fait naître, c'est-à-dire par la force magnétomotrice transversale.

Influence des fuites. — Les fuites magnétiques peuvent être représentées par une dérivation CFD de réluctance ρ (fig. 1). L'influence de cette dérivation est double : elle diminue le flux utile dû à ε et augmente le flux démagnétisant ψ, car, dans l'équation (1), il faut remplacer R par la quantité moindre $\frac{R\rho}{R+\rho}$.

Vérification. — Des expériences, faites au laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne sur une vieille machine-série Gramme (type d'atelier) ont montré l'influence démagnétisante des ampères-tours transversaux et l'existence d'un maximum de cet effet pour une certaine valeur de l'excitation. Les balais étant calés sur une ligne perpendiculaire à celle des pôles, je mesurais le courant d'excitation I et le flux utile correspondant φ; je lançais ensuite un courant, toujours le même, dans l'induit, et mesurais la diminution du flux ψ. Les résultats ont été les suivants :

I.	φ.	ψ.	I.	φ.	ψ.
0	0	0	14	580	17
4	250	16	18	650	14
6	355	20	22	700	12
8	435	25	26	735	10
10	550	25	30	770	8
12	550	20			

Dans ce Tableau ne figurent que les valeurs relatives des grandeurs mesurées; on voit que, relativement, le flux démagnétisant ψ est assez petit; cela tient, sans doute, aux conditions particulièrement défavorables de la machine à ce point de vue; les pièces polaires étaient, en effet, en fonte.

[1] *Comptes rendus* du 3 janvier 1900.

Remarques sur le fonctionnement des cohéreurs et des auto-décohéreurs. — Note de M. O. Rochefort, présentée par M. Lippmann. — Les comptes rendus des communications à très grandes distances, en télégraphie sans fil, par la réception au son, en utilisant les cohéreurs à décohésion spontanée et les récepteurs téléphoniques, ont appelé de nouveau mon attention sur les cohéreurs à décohésion spontanée.

En étudiant les auto-décohéreurs en usage et en cherchant à en construire de plus sensibles et de plus constants, mes observations, basées sur des mesures prises avec le plus grand soin, m'ont amené à des conclusions contraires à ce qui semblait naguère être la vérité.

A priori, et cela semble naturel, on admettait que, pour que la décohésion spontanée se produise, il fallait que les contacts fussent plus imparfaits que pour obtenir une cohésion durable. On saisissait bien une lien, une progression entre les cohéreurs décohérant par le choc et les auto-décohéreurs, mais la progression admise est précisément inverse de celle que j'ai trouvée.

Turpain (*Applications pratiques des ondes électriques*), dans le résumé qu'il fait des diverses théories émises sur le fonctionnement des cohéreurs, exprime cette opinion que la difficulté de réglage tient à ce que « les limites entre le contact imparfait ne réalisant pas encore un cohéreur et le contact imparfait réalisant un cohéreur nécessitant un choc sont trop voisines pour laisser aisément place à un contact imparfait réalisant un cohéreur à décohésion spontanée ». L'erreur que je signale est là très nettement énoncée.

On sait qu'un courant passant à travers des contacts imparfaits franchit d'autant plus facilement l'obstacle que ces contacts lui opposent que la pression à laquelle sont soumis ces contacts est plus grande. Ceci donné, si vous prenez deux électrodes pouvant se rapprocher ou s'éloigner à volonté, et qu'entre ces électrodes vous placiez des billes de charbon ou d'acier constituant des contacts imparfaits, vous pourrez faire varier la pression sur ces billes et juger de ce qui se passe en intercalant dans le circuit du courant qui doit traverser ces billes un instrument de mesures. Or, en rapprochant progressivement les électrodes, il arrivera un moment où vous obtiendrez la sensibilité du système aux ondes hertziennes. A ce moment, si la résistance initiale est d'un mégohm, par exemple, ne permettant pas au courant d'un élément de pile d'impressionner un milliampèremètre, et que cette résistance tombe à quelques ohms sous l'action des ondes, vous aurez un cohéreur nécessitant un choc pour

décohérer. Si vous continuez à augmenter la pression de façon que la résistance initiale soit assez faible pour qu'un courant de deux milliampères, par exemple, puisse passer, vous aurez alors une décohésion spontanée. Ce ne sont donc pas les effets d'un courant morcelé sous l'action des ondes que perçoit l'oreille, mais bien des variations dans l'intensité d'un courant continu.

Tous les cohéreurs à décohésion spontanée peuvent être ramenés à l'état de cohéreurs ordinaires en diminuant la pression des contacts imparfaits. Les expériences entreprises ne me permettent pas encore de généraliser la réciproque.

J'ai constaté que certains radio-conducteurs à contact métal métal ou à limaille peuvent facilement être amenés à l'état d'auto-décohéreurs lorsqu'on augmente la pression. Mais le fait le plus important, au point de vue pratique, c'est que j'ai pu, en modifiant un peu la construction de mes tubes à électrodes et à limaille de fer doux (dérivés du tube Tissot), arriver à ceci : qu'un tube, cohéré par un premier train d'ondes, voit tomber sa résistance initiale précisément dans les limites voulues pour passer à l'état d'auto-décohéreur de très grande sensibilité. On peut, dès lors, avec le même appareil, recevoir au Morse et au son, suivant qu'on l'emploie comme cohéreur ordinaire ou comme auto-décohéreur. De plus, cette façon d'obtenir la pression voulue est à la fois plus facile, plus constante et plus sûre que tous les moyens mécaniques, d'un maniement trop délicat.

Valeurs de la résistance électrique, de l'indice de réfraction et du pouvoir rotatoire de sérums sanguins normaux. — Note de MM. Dongier et Lesage, présentée par M. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus.*)

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 7 mai 1902.

La séance est ouverte à 8h,45m sous la présidence de M. Harlé.

Après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Jacquin sur l'**Éclairage électrique des trains**.

On peut d'après lui diviser les systèmes employés dans ce but en deux classes : 1° par accumulateurs seuls rechargés aux points terminus, 2° par accumulateurs et dynamo.

La première catégorie s'applique aux réseaux à faible parcours, et dans ce cas l'éclairage peut se faire par batteries amovibles ou non.

Sur le chemin de fer du Jura-Simplon on emploie des batteries amovibles; sur chaque coffre est indiquée la capacité en lampes-heure de 12 bougies, un compteur Aubert permet de s'assurer de l'état d'épuisement de la batterie. Les boites sont munies en dessous de bandes de connexion en laiton qui rendent le montage et le démontage rapide, il suffit de tirer le coffre à soi et de le déposer sur un chariot avec lequel on transporte les boîtes à l'usine de charge.

Cette charge se fait dans deux usines recevant le courant d'une distribution d'énergie voisine, au prix moyen de 0,05 le cheval-heure.

L'Administration des Postes allemandes a installé récemment l'éclairage électrique dans 1500 bureaux ambulants; les accumulateurs sont du système Bœse, la batterie de 4 éléments de 125 ampères-heure ne pèse que 47 kg; chaque voiture reçoit 4 de ces boîtes.

L'Administration française a mis en service depuis un an environ 30 bureaux analogues. Enfin la Compagnie de l'Est a appliqué l'éclairage électrique sur 30 de ses nouvelles voitures, au moyen de deux batteries par voiture, chacune d'une capacité de 75 ampères-heure constituée par 3 boîtes de 4 éléments. La mise en place des boites se fait rapidement par des connexions avec fil souple.

Certaines compagnies préfèrent employer les accumulateurs chargés sur les voitures mêmes; ce sont en particulier le Nord français, qui emploie sur ses grandes voitures à bogie 2 lampes de 12 bougies par compartiment alimentées par 30 éléments de la Société pour le Travail électrique des métaux. La charge se fait à l'arrivée pendant que l'on procède au nettoyage de la voiture.

Le chemin de fer de Ceinture emploie un système analogue combiné avec des relais qui permettent d'allumer et d'éteindre toutes les lampes à la fois d'un même fourgon. Il semble que, dès l'instant que l'on fait le sacrifice d'une canalisation spéciale d'un bout du train à l'autre, il y aurait avantage à supprimer les relais.

La deuxième catégorie d'éclairage des trains par dynamo de charge et accumulateurs convient tout spécialement aux longs parcours.

Dès 1882, sur le London Brighton, on avait eu l'idée de disposer dans le fourgon une dynamo commandée par un renvoi recevant son mouvement de l'essieu; le réglage se faisait par un solénoïde agissant sur une résistance variable.

Ces dernières années on a employé avec succès une dynamo sur chaque voiture déjà pourvue de l'éclairage par accumulateurs; lorsque la vitesse devient suffisante la charge s'établit automatiquement.

Plusieurs systèmes de réglage, tous très ingénieux, sont employés, ce sont ceux de MM. Stone Vicarino et Auvert; dans le système Stone en particulier, on se sert du glissement de la courroie sur la poulie, la dynamo est montée en porte à faux, son poids seul tend la courroie.

Le changement de connexions quand la voiture change de sens de marche se fait automatiquement par un manchon qui est fou sur l'arbre, un régulateur à force centrifuge ferme le circuit au moment opportun. M. Stone a employé deux batteries dont l'une se charge pendant que l'autre fournit l'éclairage de la voiture.



M. Harlé remercie M. Jacquin de sa communication.

M. Hospitalier, dans un court et agréable intermède, expose devant la société le principe du fonctionnement du **Télétachymètre**; cet appareil a été décrit ici même [1].

Dans un tout autre ordre d'idées, M. Hospitalier montre comment on peut arriver à la **Représentation matérielle des graphiques à trois dimensions** au moyen d'un assemblage convenable de courbes élémentaires en fil de laiton. Ce dispositif, qui montre très clairement la variation du couple d'un moteur asynchrone en fonction de la vitesse angulaire et des résistances insérées dans le rotor [2], pourra rendre de grands services dans l'enseignement.

L'ordre du jour appelle ensuite la communication de M. Marius Latour sur les **Alternateurs à collecteurs**. Afin de mieux mettre les choses au point, M. Latour prend la question à l'origine même; il commence par examiner le redressement du courant dans les premières machines.

Les machines unipolaires, telles que le disque de Foucault, produisent des courants continus à basse tension. Le problème du redressement du courant, qui est fondamental dans l'électrotechnique, s'est posé aussitôt après la découverte de l'induction; les petites machines Siemens à induit à navette et à commutateur à coquilles fournissaient du courant redressé. Les machines à plusieurs bobines construites peu après permettaient d'avoir un courant moins ondulatoire, ce sont les machines dites à induit ouvert (Thomson-Houston, Brush, etc.). Si au lieu de monter les bobines en étoile on les monte en polygone, on se trouve dans le cas des machines modernes. Dans ces machines, avec un sectionnement suffisant et une excitation séparée on peut avoir une commutation parfaite. La grande supériorité des machines à courant continu sur les alternateurs est d'être auto-excitatrices.

On a songé depuis longtemps à rendre les alternateurs auto-excitateurs en redressant une partie du courant qu'ils produisent au moyen d'un commutateur à coquilles et de balais convenablement disposés, mais on ne peut arriver à un redressement sans étincelles et on y a renoncé.

M. Latour a repris la question, et il a eu l'idée d'introduire le collecteur Gramme dans les machines à courant alternatif.

Si on lance un anneau Gramme ordinaire dans un champ tournant et à la même vitesse que ce champ, il n'y a pas de f. é. m. produite, il n'y aura pas d'étincelles puisque à ce moment aucune spire ne subit de variation de flux; les étincelles, si on en observe, ne pourront venir que des harmoniques du courant.

Le fait de faire tourner l'anneau au synchronisme créera dans l'anneau des pôles Nord et Sud parfaitement déterminés et fixes.

[1] *L'Industrie électrique*, n° 238, 1901, p. 519.

[2] *L'Industrie électrique*, n° 224 du 25 avril 1901, p. 181.

M. Latour utilise cet anneau en l'introduisant dans la carcasse d'un alternateur à la place des inducteurs à pôles bien connus. On lui enverra des courants triphasés par 3 balais et on aura l'avantage, à l'inverse des alternateurs à pôles saillants, de pouvoir faire déplacer les pôles dans le fer, simplement en décalant les balais.

Cette machine deviendra auto-excitatrice comme la machine à courant continu, car le courant d'excitation de l'anneau pourra être emprunté à l'induit.

Tel est le principe des alternateurs auto-excitateurs de M. Latour. Malheureusement sitôt que la machine débitera des troubles se produiront. M. Latour examine en détail l'effet du glissement et enfin il traite du compoundage de ses machines; ces questions ont été analysées ici même il y a peu de temps [1].

M. Harlé remercie M. Latour de son intéressant exposé et donne la parole à M. Heyland; une discussion s'engage, mais l'heure étant avancée la suite en est remise à une prochaine séance.

La séance est levée à 11^{h}20^{m}. A. S.

BIBLIOGRAPHIE

Les théories électriques de J. Clerk Maxwell; Étude historique et critique, par P. Duhem. — *Hermann*, éditeur, Paris, 1902 (Prix : 8 fr).

« Au milieu de ce siècle... », pour commencer, comme l'Introduction de M. Duhem, par un anachronisme singulier sous la plume d'un savant aussi distingué et aussi précis écrivant en 1902; au milieu du siècle dernier, pour être plus exact, un comique justement célèbre, Arnal, pour l'appeler par son nom, s'apercevant tardivement, dans un de ses rôles, qu'un être qui lui avait produit une profonde terreur n'était en réalité qu'un épouvantail à moineaux, s'acharnait sur lui avec un farouche courage en s'exclamant, à chaque coup dont il lui faisait payer, sans compter, sa propre frayeur : « Ah ! tu n'es qu'un mannequin !... ». — Sans doute, quelque effroi que nous aient parfois causé les porte-manteaux, ou, pour parler plus respectueusement, les intégrales de l'illustre Maxwell, nous n'en sommes pas là; mais enfin nous ne sommes pas fâché, nous l'avouons humblement, d'apprendre par nos compatriotes, M. Poincarré en tête et M. Duhem après lui, que tout n'est pas parole d'évangile dans sa physique mathématique. Sans aller jusqu'à articuler le mot de « coup de pouce » nettement prononcé par l'un de ces deux savants à propos des procédés de démonstration employés par Maxwell, l'autre, plus indulgent ou plus timide dans son appréciation, veut bien croire que les fautes de Maxwell à l'encontre de la logique sont incon-

[1] *L'Industrie électrique*, 1902, n°s 244, 245, 246, p. 77, 101, 128.

scientes; mais il n'hésite pas à affirmer que « jamais physicien de renom n'a été, plus que lui, aveuglément épris de ses propres hypothèses, plus sourd aux démentis des vérités acquises, et n'a plus complètement méconnu les lois qui président au développement des théories physiques ». Le jugement est sévère, pour ne pas dire dur; mais il paraît mérité et n'exclut pas d'ailleurs la part de légitime admiration due à certains côtés de l'œuvre. Une discussion approfondie des mérites respectifs des grands génies qui ont illustré la science électrique conduit d'ailleurs, à ce propos, l'auteur à des pages remarquables, pour ne pas dire plus, de philosophie, de critique et de parallèles scientifiques dignes d'être signalées. En se gardant soigneusement, comme il le dit lui-même, d'une étroitesse d'esprit (dont il est bien incapable) à laquelle de mesquines corrections feraient oublier le mérite d'une théorie parce qu'elle présente des contradictions, l'auteur s'est encore plus gardé de l'aveugle superstition qui, par admiration, voilerait les défauts graves de l'œuvre, estimant qu'il n'est si grand génie que les lois de la raison ne surpassent.

Tels sont les principes qui l'ont guidé dans cette critique, critique non subversive d'ailleurs en ce qu'elle laisse subsister les conséquences les plus séduisantes des théories de Maxwell dans la chaîne non interrompue qui va des lois de Coulomb à la théorie électromagnétique de la lumière d'Helmholtz, en passant par les doctrines de Poisson, d'Ampère, de Weber et de Neumann.

Quant aux abstractions mathématiques que, au début de cet article, nous nous flattions de voir disparaître sous ces coups de sape, nous n'y gagnons rien, ce nouveau volume ajoutant plus de 150 équations (elles sont numérotées) à celles de Maxwell. E. B.

Transport de l'énergie à grandes distances par l'électricité, par P. Loppé. — *Bernard et Cie*, éditeurs. Paris, 1902 (Prix : 7,50 fr).

Sous ce titre plein d'un attrait parfaitement justifié, M. Loppé nous offre un fascicule, tiré à part, de la *Revue technique de l'Exposition universelle de* 1900, publiée par la maison E. Bernard et Cie. Loin d'y trouver aucun mal, nous sommes, au contraire, persuadé que la division de cette œuvre, considérable et comme matières et comme prix, en monographies séparées est la véritable manière d'en assurer le prompt écoulement, pour le plus grand bien de l'éditeur, des auteurs et des lecteurs. Un petit surcroît de travail s'imposerait cependant aux deux premiers en cette circonstance; ce serait d'abord une repagination ou tout au moins une indication sur le volume auquel se rattache le fascicule en question par une pagination comme celle-ci : 113 à 260; telle a dû être d'ailleurs, à un moment donné, l'intention de l'auteur et de l'éditeur, car on retrouve au cours de l'ouvrage certaines références à des pages imaginaires, de chiffres plus bas, qui semblent être la trace abandonnée de cette préoccupation. Vient ensuite la nécessité d'une correction plus serrée des épreuves, de manière à ne laisser subsister dans ces extraits, évidemment faits à tête reposée, que le moins possible des innombrables fautes d'impression excusables dans une revue, surtout quand elle paraît au jour le jour, mais qui déparent absolument un livre de fond. Nous appelons tout particulièrement sur ce point l'attention de notre aimable auteur, que sa bonté naturelle et la conscience de sa réelle valeur ne mettent pas assez en garde contre les négligences de ses éditeurs. Qu'il n'en rejaillisse rien sur lui dans la plupart des cas, nous le voulons bien et nous admettons qu'il est au-dessus de pareilles mesquineries; mais il n'en est pas moins pénible, et pour un auteur qui jouit de la réputation de bon mathématicien, de voir ces fautes d'impression dégénérer en erreurs apparentes de calcul, et pour les lecteurs, d'avoir à faire une première lecture vérificatrice et corrective, avant d'aborder la lecture fructueuse du livre.

Après une étude préliminaire des divers systèmes de transmission électrique et des lignes aériennes, l'auteur passe successivement en revue tous les détails d'exécution des distributions par courant continu en série et par courants alternatifs, pour finir par la description de quelques installations marquantes, tant françaises qu'étrangères, de ces derniers temps. On y trouvera des données intéressantes sur les exploitations les plus modernes et une de ces utiles mises au point dont les grandes Expositions fournissent l'heureuse occasion. E. B.

Électromoteurs, 1er volume : Courant continu, par G. Roessler; ouvrage traduit de l'allemand par E. Samitca. — *Vve Dunod*, éditeur. Paris, 1902 (Prix : 6,50 fr).

Résumé d'un cours sur le transport de l'énergie professé par M. Roessler à l'École supérieure technique de Berlin, ce livre a pour but, au dire de son auteur et comme bien d'autres, de présenter à l'ingénieur, ayant à utiliser les électromoteurs dans ses installations, les propriétés de ces derniers et d'en établir les principes d'une façon simple, mais néanmoins rigoureusement scientifique. C'est probablement à cela qu'il doit sa conception un peu bizarre en ce qu'elle est, du moins en apparence, le monde renversé, la théorie des électromoteurs précédant et préparant celle des générateurs d'énergie électrique. Sans doute, l'auteur s'est mentalement placé en face d'ingénieurs familiarisés avec les études et idées mécaniques et beaucoup plus étrangers à tout ce qui est électricité, et il a voulu les amener des unes aux autres; mais ce qui pouvait être vrai il y a encore quelque dix ans, n'est plus guère à considérer aujourd'hui que l'importance et le rôle indiscutés de l'électricité dans les diverses branches des sciences appliquées l'ont introduite dans tous les programmes d'études des écoles d'ingénieurs, quel qu'en soit le niveau.

Le livre ne nous présentant d'ailleurs, ni dans ses principales divisions, ni en lui-même, rien de bien particulier,



nous n'y voyons guère qu'une des nombreuses variantes de

Belle marquise, vos beaux yeux...

Quant à la traduction et à sa présentation, elles offrent les principaux défauts de leurs similaires, surtout quand elles sont dues à des plumes de nationalité plus ou moins incertaine; elles auraient besoin d'une sérieuse révision avant réédition; mais, sans attendre jusque-là, nous appelons sur elles toute l'attention de l'auteur, au moment où le second volume, *Courants alternatifs*, venant de paraître en allemand, il se prépare sans doute à nous le donner en français. E. B.

Les câbles sous-marins (Fabrication), par Gay. — Encyclopédie des Aide-Mémoire. — *Gauthier-Villars* et *Masson et Cie*, éditeurs. Paris, 1902 (Prix : 2,50 fr).

Sans prétention scientifique, ce petit volume, essentiellement pratique et descriptif, est certainement un des bons de la collection. Comme l'indique son sous-titre, *Fabrication*, il est appelé à une suite prochaine qui aura vraisemblablement pour objet la pose et l'utilisation de ces admirables engins de transmission d'énergie et de pensée à immenses distances. Cette première partie s'arrête au départ du navire chargé d'effectuer la pose d'un de ces câbles chargé dans ses flancs. La nature encore assez mystérieuse d'un de ses principaux éléments, la gutta-percha, les soins tout particuliers qu'exige son emploi en présence des intérêts très considérables que peut compromettre le moindre défaut de fabrication, ses risques de pose, son emploi et la recherche des fautes qui peuvent tôt ou tard s'y déclarer, sont autant de sujets qui ont toujours évoqué les idées poétiques et provoqué un style quelque peu fleuri chez les écrivains qui se sont occupés de ce sujet. M. Gay n'a pas fait exception dans cette première partie. Que sera-ce dans la seconde !

E. B.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

315 145. — **Société française des accumulateurs Tribelhorn.** — *Système de réducteur de charge et de décharge simple ou double, pour accumulateurs* (18 octobre 1901).

315 122. — **Société des établissements Postel-Vinay.** — *Système de distribution électrique permettant de donner à l'induit d'un moteur un voltage et une vitesse variables pour pouvoir commander des machines à vitesses variables* (18 octobre 1901).

315 133. — **Lomax (Henry), Lomax (Ralph) et Tomlinson.** — *Système perfectionné de commutateur électrique* (18 octobre 1901).

315 223. — **Giraud.** — *Isolateur perfectionné pour lignes à haute tension et autres* (21 octobre 1901).

315 303. — **Société Boucherot et Cie.** — *Perfectionnements dans les distributions d'énergie électrique* (24 octobre 1901).

315 327. — **Peducasse.** — *Perfectionnements aux commutateurs électriques* (22 octobre 1901).

315 247. — **Danilevsky.** — *Appareil de chauffage électrique* (22 octobre 1901).

315 253. — **Krabss.** — *Dispositif de mise en marche et de réglage de la vitesse pour moteurs électriques* (22 octobre 1901).

315 434. — **Deckert.** — *Couvercle de résonance pour microphones* (29 octobre 1901).

315 424. — **Mansbridge.** — *Perfectionnements dans les condensateurs électriques* (29 octobre 1901).

315 433. — **Heany.** — *Perfectionnements dans les enroulements des bobines électro-magnétiques* (29 octobre 1901).

315 368. — **Von Zweigbergk.** — *Dispositif perfectionné de soufflage de l'arc électrique* (26 octobre 1901).

315 370. — **Parment.** — *Dispositif protecteur pour conducteurs électriques* (26 octobre 1901).

315 380. — **Rochefort.** — *Interrupteur-commutateur* (26 octobre 1901).

315 436. — **White.** — *Compteur d'électricité* (29 octobre 1901).

315 445. — **Société Gebr. Siemens et Ce.** — *Perfectionnements apportés aux charbons pour les lampes à arc* (29 octobre 1901).

315 467. — **Collins.** — *Perfectionnements à la télégraphie sans fil* (29 octobre 1901).

315 518. — **Klein.** — *Timbre pour le service des postes et télégraphes à changement horaire rapide* (31 octobre 1901).

315 492. — **Barhan.** — *Perfectionnements apportés aux accumulateurs électriques* (31 octobre 1901).

315 528. — **Guiraud.** — *Pile électrique, système F. Guiraud* (5 novembre 1901).

315 514. — **Gowland.** — *Perfectionnements apportés aux compteurs électriques à paiements préalables* (31 octobre 1901).

315 563. — **Hevendehl.** — *Perfectionnements apportés aux pierres percées de conduits pour conducteurs électriques* (2 novembre 1901).

315 482. — **Société Electric Lighting Boards Limited.** — *Perfectionnements dans les contacts pour lampes électriques incandescentes* (30 octobre 1901).

315 491. — **Mac Cullough.** — *Perfectionnements dans les lampes incandescentes* (31 octobre 1901).

315 505. — **Damideaux.** — *Nouveau système de lampe électrique à arc en vase clos* (31 octobre 1901).

315 561. — **Société des établissements Postel-Vinay.** — *Régulateur automatique de démarrage et de freinage des moteurs électriques* (2 novembre 1901).

315 599. — **Wieder et Bromhead.** — *Diaphragme sensible perfectionné pour reproduire et transmettre le son* (4 novembre 1901).

315 640. — **Suire.** — *Télégraphe imprimeur à caractères typographiques* (5 novembre 1901).

315 754. — **Société des télégraphes multiples (système E. Mercadier).** — *Perfectionnements apportés à la télé-*

graphie multiple utilisant des courants ondulatoires ou alternatifs (9 novembre 1901).

315 769. — **Szwede et Nowicki.** — *Nouveau système d'accumulateur* (9 novembre 1901).

315 671. — **Société industrielle d'électricité, procédés Westinghouse.** — *Perfectionnements apportés aux disjoncteurs automatiques* (6 novembre 1901).

315 775. — **Société Hartmann et Braun.** — *Perfectionnements aux compteurs d'électricité* (8 novembre 1901).

315 738. — **Dujon.** — *Appareil destiné à indiquer le rapport entre la puissance fournie aux véhicules électriques et la vitesse de ceux-ci* (9 novembre 1901).

315 644. — **Thiermann.** — *Système de transmission de mouvements et de positions d'aiguilles* (5 novembre 1901).

315 731. — **Moysan.** — *Système de sonnerie électrique* (8 novembre 1901).

315 782. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux rhéostats* (11 novembre 1901).

315 881. — **Reed.** — *Système de communication électrique directe par voie de sélection, spécialement applicable aux circuits téléphoniques* (15 novembre 1901).

315 899. — **Gola.** — *Parafoudre pour lignes aériennes* (15 novembre 1901).

315 799. — **Gaiffe.** — *Système d'appareil permettant d'économiser le courant dans les canalisations à courants alternatifs comportant des transformateurs* (31 octobre 1901).

315 843. — **Piret.** — *Nouveau procédé d'isolement des fils conducteurs d'électricité* (12 novembre 1901).

315 892. — **Compagnie générale de constructions électriques.** — *Interrupteur électrique* (13 novembre 1901).

315 883. — **Société Albert Guénée et Cie.** — *Frein électrique modérable et continu* (13 novembre 1901).

315 884. — **Guénée.** — *Frein électro-mécanique* (13 novembre 1901).

315 900. — **Heinze junior et Rollins.** — *Perfectionnements dans les mouvements magnétiques mécaniques* (13 novembre 1901).

315 929. — **Amberg.** — *Téléphone* (14 novembre 1901).

315 939. — **Rosset.** — *Nouvelle pile primaire* (14 novembre 1901).

315 946. — **Lamme.** — *Système de réglage de la force électromotrice des commutatrices* (15 novembre 1901).

316 003. — **Germain.** — *Système de pile primaire à liquide immobilisé, susceptible d'être régénéré électriquement* (16 novembre 1901).

316 006. — **Société anonyme suisse des accumulateurs Tribelhorn.** — *Nouvel accumulateur* (16 novembre 1901).

316 011. — **Maiche.** — *Dispositif pour le chauffage des piles thermo-électriques, avec utilisation complète de la chaleur* (18 novembre 1901).

316 021. — **Duchamps.** — *Bouchon creux pour piles et accumulateurs électriques* (18 novembre 1901).

316 052. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Système de réglage des moteurs électriques* (19 novembre 1901).

315 945. — **Lamme.** — *Système de transformation et de distribution de l'énergie électrique* (15 novembre 1901).

315 961. — **Gaiffe.** — *Dispositif économiseur électrique pour la transformation des courants alternatifs* (15 novembre 1901).

315 996. — **Picard.** — *Relais électrique* (16 novembre 1901).

316 051. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux disjoncteurs électriques* (19 novembre 1901).

315 926. — **Mayr.** — *Porte-abat-jour pour lampes électriques à incandescence* (14 novembre 1901).

316 098. — **G. Aboilard et Cie.** — *Système de poste téléphonique* (20 novembre 1901).

316 123. — **Cerebotani et Baumer.** — *Système commutateur facilitant une communication téléphonique libre et non dérangée, sans postes intermédiaires et sans l'emploi d'un moyen d'arrêt quelconque* (21 novembre 1901).

316 172. — **Rabbidge.** — *Perfectionnements aux téléphones* (22 novembre 1901).

316 209. — **Witzenmann.** — *Revêtement de câble constitué par plusieurs bandes de métal profilées emboîtées l'une dans l'autre* (23 novembre 1901).

316 228. — **Ernst Eisemann et Cie.** — *Installation pour la production de tensions électriques élevées et dispositif utilisant ces tensions pour l'allumage des moteurs à explosion* (25 novembre 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie parisienne de Force motrice. — Cette Société a pour objet : la production, la distribution, la canalisation et la fourniture de toute force motrice aux ouvriers, commerçants, industriels, sociétés, administrations diverses ou toute personne généralement quelconque et subsidiairement la location et la vente de l'énergie nécessaire à divers usages domestiques, en France, dans les colonies et à l'étranger;

La construction, l'achat, la vente, l'installation, la location, l'exploitation de toutes machines ou appareils destinés à produire ou à utiliser l'énergie;

L'obtention ou l'achat de toutes concessions et leur réalisation soit par voie d'exploitation directe, soit par voie de location ou de cession ;

La création et l'installation d'usines de production d'énergie sous toutes ses formes ;

Leur exploitation directe ou indirecte et leur vente à des sociétés, à des particuliers, à des communes, aux départements, à l'État ou à des administrations quelconques.

La distribution de l'énergie pourra être faite au moyen de l'air, de la vapeur, de l'eau, de l'électricité ou de tout autre agent que la Société jugera utile d'employer.

La Société pourra entreprendre l'exploitation d'industries et d'entreprises se rattachant directement ou indirectement à la distribution de l'énergie.

Elle pourra faire toutes opérations financières, mobilières et immobilières, tous travaux publics et particuliers se rattachant aux diverses industries rentrant dans l'objet social, sous quelque forme que ce soit, directement ou indirectement; elle pourra, notamment, racheter d'autres sociétés ou fusionner avec celles-ci, affermer leur exploitation ou créer d'autres sociétés particulières ou de participation.

La Société prend la dénomination de *Compagnie parisienne de Force motrice*. Le siège de la Société est à Paris; il est provisoirement rue Beaubourg, n° 41. Il pourra être transféré dans tout autre endroit par simple décision du conseil d'administration.

La Société pourra avoir, en outre, des bureaux, agences ou succursales dans sa sphère d'opérations pour les besoins de son exploitation.

La durée de la Société est fixée à soixante ans à partir du jour de sa constitution définitive, sauf dissolution anticipée ou prorogation. La Société pourra cependant faire des contrats et des entreprises pour un terme excédant sa durée.

M. Charles Mildé apporte gratuitement à la présente Société : 1° une option sur la concession de distribution de force motrice à domicile résultant du traité passé originairement le 1er février 1887, entre M. le préfet de la Seine et la Société anonyme de distribution de force motrice à domicile, et transféré à M. Thiébault Tschieret, par arrêté de M. le préfet de la Seine, en date du 22 juin 1895, pris en conformité d'une délibération du conseil municipal de la ville de Paris, en date du 29 mai 1895; 2° la promesse verbale dudit M. Tschieret, agissant en qualité de titulaire de la concession susvisée, de solliciter de M. le préfet de la Seine et de MM. les membres du conseil municipal de la ville de Paris le transfert de ladite concession en faveur de la Compagnie parisienne de Force motrice, à charge par ladite Compagnie d'accomplir à ses frais, risques et périls, les formalités administratives nécessaires pour obtenir la régularisation dudit transfert.

M. Mildé, déjà nommé, apporte, en outre, à la présente Société : un établissement de location de force motrice par l'électricité, exploité à Paris, rue Beaubourg, n° 41, et rue du Temple, n° 83, et comprenant : 1° la clientèle et l'achalandage y attachés; 2° la canalisation, tant aérienne que souterraine, comprenant les tuyaux, fils, câbles et leurs supports. Trois tableaux de distribution placés, 41, rue Beaubourg, avec leurs canalisations les reliant entre eux et à la canalisation générale; 3° soixante-cinq moteurs et cent-dix compteurs en service chez les abonnés ; 4° le droit aux contrats d'abonnement de la force motrice et d'éclairage électrique contractés avec des tiers; 5° le droit, pour le temps restant à courir, à compter du jour de la constitution de la Société, au bail des lieux occupés rue du Temple, n° 83, dans un immeuble appartenant à M. Dreyfus, tel que ce droit résulte d'un bail sous seing privé, en date du 31 décembre 1892, lequel bail a été fait pour vingt années consécutives, à compter du 1er janvier 1893, moyennant un loyer annuel de 1800 fr pour les cinq premières années, de 2200 fr pour les cinq années suivantes, de 2500 fr pour les cinq années suivantes, et de 3000 fr pour les cinq dernières années; 6° la somme de 1100 fr montant de six mois de loyer d'avance versés à M. Dreyfus; 7° la promesse verbale d'un bail de matériel qui doit être consenti à la Société par M. Oller, propriétaire à Paris, 1, avenue des Champs-Élysées.

A charge par la présente Société : 1° de prendre les canalisations, le matériel, etc., compris dans les apports ci-dessus dans l'état où le tout se trouvera lors de la constitution définitive de la Société sans aucun recours contre M. Mildé, à raison de vétusté, mauvais état, malfaçons ou pour toute autre cause; 2° de faire son affaire personnelle de l'exécution des contrats d'abonnements à la force motrice et à l'éclairage qui ont pu être contractés avec des tiers; 3° d'exécuter au lieu et place de M. Mildé les clauses et conditions du bail consenti par M. Dreyfus et d'en payer les loyers à compter rétroactivement du 23 octobre 1901 ; 4° en cas de transfert de la concession au profit de la Société, d'exécuter toutes les conditions y afférentes, notamment de verser le cautionnement prévu par ce traité et de payer une somme de 15 000 fr au syndic de la faillite de la Compagnie électrique O. Patin.

Le présent apport est fait net de tout passif.

En rémunération de ces derniers apports, M. Mildé recevra une somme de 28 500 en espèces; en outre, il recevra 600 actions de 100 fr chacune entièrement libérées sur les 1200 actions créées et 600 parts bénéficiaires.

Le capital social est fixé à 120 000 fr divisé en 1200 actions de 100 fr chacune : sur ces 1200 actions, 600 entièrement libérées sont attribuées à M. Mildé en représentation de ses apports. Les 600 actions de surplus sont à souscrire et à libérer en numéraire.

Le capital pourra être augmenté en une ou plusieurs fois par décision de l'assemblée générale, sur la proposition du conseil d'administration, par la création d'actions nouvelles qui seront délivrées soit contre espèces, soit contre apports.

Dans toute augmentation de capital par voie d'émission de nouvelles actions de numéraire, les actionnaires primitifs auront un droit de préférence à la souscription de 35 pour 100 des nouvelles actions; ce droit de préférence s'exercera dans la proportion des titres possédés par eux à l'origine.

Les titulaires des actions anciennes auront un droit de préférence à la souscription de 35 pour 100 des actions nouvelles, dans la proportion des parts dont ils seront propriétaires lors de l'émission.

Les porteurs de parts de fondateurs auront un droit de préférence à la souscription de 30 pour 100 des actions nouvelles, dans la proportion des parts dont ils seront propriétaires lors de l'émission.

Toutefois, l'assemblée générale, sur la proposition du conseil d'administration, aura la faculté de décider qu'une fraction du nouveau capital, n'en dépassant pas le tiers, pourra être souscrite, en dehors de tout droit de préférence, par des personnes ou des sociétés dont le Conseil jugerait le concours utile à la Société.

L'assemblée générale, sur la proposition du conseil d'administration, fixera la quotité et les conditions des émissions nouvelles, ainsi que les délais et les formes dans lesquels le bénéfice des dispositions qui précèdent pourra être réclamé.

Le capital social pourra aussi être réduit par décision de l'assemblée générale extraordinaire, sur la proposition du conseil d'administration, en une ou plusieurs fois, aux conditions qu'elle déterminera, au moyen de rachat d'actions, d'un échange de nouveaux titres d'un nombre équivalent ou moindre, ayant ou non le même capital, ou de toute autre manière, avec ou sans soulte à payer ou à recevoir.

Le montant des actions composant le capital social est payable au siège social ou aux caisses désignées à cet effet :

La moitié en souscrivant, et le surplus aux dates qui seront fixées par le conseil d'administration.

En cas d'augmentation du capital social par l'émission d'actions payables en numéraire, l'assemblée qui décidera de cette augmentation fixera l'importance du premier versement à effectuer par les souscripteurs; le surplus sera versé conformément aux décisions du conseil d'administration.

Le conseil d'administration pourra autoriser la libération anticipée des actions aux conditions qu'il jugera convenables. Il en sera de même pour toutes les émissions futures.

Le premier versement est constaté par un récépissé nominatif qui pourra être, après la constitution de la Société, échangé contre un titre provisoire d'actions également nominatif. Tous versements ultérieurs seront mentionnés sur les titres provisoires.

Après la libération intégrale des actions, il sera délivré des titres définitifs qui seront, au choix de l'actionnaire, nominatifs ou au porteur. Il sera procédé à l'échange des titres nominatifs, sans que la Société soit tenue de délivrer des numéros identiques.

Tous les titres de la Société sont détachés de registres à souches, numérotés, frappés du timbre de la Société, revêtus de la griffe d'un administrateur et de la signature d'un autre administrateur ou d'un délégué du conseil d'administration. La forme et le modèle de ces titres seront déterminés par le conseil d'administration.

Le Conseil pourra autoriser le dépôt et la conservation des titres dans la caisse sociale ou dans toute autre caisse qu'il jugera convenable. Il déterminera, dans ce cas, la forme des

certificats de dépôts, les frais auxquels ce dépôt pourra être assujetti, le mode et la délivrance de ces certificats et les garanties dont l'exécution de cette mesure devra être entourée dans l'intérêt de la Société et des actionnaires.

Il est créé 1200 parts bénéficiaires sans fixation de valeur nominale, qui sont attribuées à concurrence de 600 au fondateur pour partie de la rémunération de ses apports, et dont les 600 de surplus seront réparties entre les souscripteurs primitifs du capital social, par égale portion entre eux, soit une part bénéficiaire pour chaque action de souscription originaire. Elles seront représentées par des titres au porteur et seront délivrées et accessibles comme les actions.

Ces titres sont extraits d'un livre à souche, numérotés de 1 à 1200, frappés du timbre de la Société et revêtus de la signature de deux administrateurs.

Ils ne donnent aucun droit de propriété dans l'actif social, mais seulement un droit de partage dans les bénéfices.

Les porteurs de parts n'ont aucun droit de s'immiscer, à ce titre, dans les affaires sociales, ni d'assister aux assemblées générales des actionnaires; ils doivent, pour l'exercice de leurs droits, s'en rapporter aux inventaires et bilans sociaux et aux décisions de l'assemblée générale. Ils ne peuvent s'opposer aux modifications qui seraient apportées aux statuts par l'assemblée générale en tant qu'elles ne porteraient pas atteinte à leur droit à ladite portion des bénéfices.

Ils ne peuvent, non plus, s'opposer à l'exécution des décisions souveraines de l'assemblée générale, notamment en ce qui concerne la dissolution anticipée de la Société et toutes fusions ou cessions totales ou partielles pour justes motifs.

En cas d'augmentation ou de diminution du capital social, les droits des parts à cette portion de bénéfices ne sont pas modifiés; ils sont maintenus, quelle que soit l'augmention ou la diminution ; mais il est entendu que les différents prélèvements, prévus d'autre part, qui doivent être faits avant toute participation des parts aux bénéfices, porteront sur le capital social augmenté ou diminué.

En cas de prorogation de la durée de la Société, les parts de fondateurs jouiront, pendant la durée de prolongation, des mêmes avantages qui leur sont attribués pour la durée de la Société fixée par les statuts.

En outre, et de convention expresse, le nombre des titres de parts bénéficiaires pourra être augmenté de 1200 et porté ainsi à 2400 au maximum, en une ou plusieurs fois, pour être employé, s'il y a lieu, sur la proposition du conseil d'administration et après autorisation de l'assemblée générale, à rémunérer de nouveaux concours, sans que la quote-part des bénéfices revenant aux parts bénéficiaires dans leur ensemble en soit modifiée. Les droits et facultés attribués aux parts sont partagés également entre tous les titres de parts créés au moment où ces droits et facultés ont à s'exercer.

Sur la proposition du conseil d'administration, une assemblée générale ordinaire ou extraordinaire pourra décider la création et l'émission d'obligations ou de bons remboursables à des époques déterminées, pour procurer à la Société des capitaux qu'elle jugera nécessaires pour faire face aux besoins et en se conformant à la loi.

Ces obligations pourront être garanties par hypothèque sur tout ou partie des biens dont la Société serait propriétaire lors de la création des obligations. Cette hypothèque sera valablement conférée par le conseil d'administration, sans qu'il soit besoin de recourir à l'assemblée générale.

Le taux, l'intérêt, le prix d'émission et de remboursement, les délais et la forme dudit remboursement seront déterminés par le conseil d'administration qui arrêtera aussi le type des obligations.

Les intérêts, indûment payés à toute obligation appelée au remboursement, seront retenus par la Société au moment dudit remboursement.

La Société est administrée par un Conseil composé de trois membres au moins et de douze au plus. Les administrateurs sont nommés par l'assemblée générale des actionnaires et sont toujours rééligibles. La durée de leurs fonctions est de six ans.

Le premier Conseil est nommé par la deuxième assemblée générale constitutive.

A l'expiration de la durée de ses fonctions, le premier Conseil sera renouvelé en entier; ensuite il se renouvellera chaque année en nombre suffisant pour que la durée des fonctions de chaque administrateur ne soit pas de plus de six ans.

Si ce renouvellement ne peut s'effectuer par fractions égales, la fraction la plus forte sera renouvelée la dernière.

Pour les premières applications de cette disposition, le sort indiquera l'ordre de sortie. Une fois le roulement établi, le renouvellement aura lieu par ancienneté de nomination.

En cas de vacance par décès, démission ou autre cause, ou lorsque le Conseil d'administration croira utile de se compléter dans les limites accordées par les statuts, il pourvoira provisoirement, quel que soit le nombre des membres qui le composent, à la désignation des nouveaux administrateurs jusqu'à la prochaine assemblée générale, qui procédera à la ratification définitive.

L'administrateur ainsi nommé en remplacement d'un autre ne reste en exercice que jusqu'à l'époque où doivent expirer les fonctions de celui qu'il remplace.

Dans le cas où il ne resterait qu'un administrateur, l'assemblée générale devrait être immédiatement convoquée pour nommer un Conseil d'administration.

Chaque administrateur doit être propriétaire de 50 actions qui sont nominatives, inaliénables pendant la durée de ses fonctions, frappées d'un timbre indiquant leur inaliénabilité, déposées dans la caisse sociale et affectées, conformément à la loi, à la garantie des actes de sa gestion.

Les actions affectées à la garantie de la gestion des administrateurs peuvent être des actions d'apport, même pendant le temps où celles-ci ne sont pas négociables.

Le Conseil d'administration nomme chaque année parmi ses membres un président et, s'il le juge convenable, un ou plusieurs vice-présidents, qui peuvent être indéfiniment réélus. Il désigne un secrétaire et peut le choisir en dehors de son sein et même en dehors des associés.

En cas d'absence du président et du ou des vice-présidents, le Conseil désigne, pour chaque séance, celui de ses membres présents qui doit remplir les fonctions de président.

Le Conseil d'administration se réunit au lieu désigné par lui, aussi souvent que l'intérêt de la Société l'exige. Pour la validité des délibérations la présence de la moitié au moins des membres en fonctions est nécessaire.

Les décisions sont prises à la majorité des voix des membres présents. Néanmoins, toute délibération, pour être valable, doit être votée par trois membres au moins des membres présents. En cas de partage, la voix du président ou du membre qui le remplace est prépondérante.

Les délibérations sont constatées par des procès-verbaux inscrits sur un registre spécial et signés par le président de la séance et un administrateur ou par deux administrateurs ayant assisté à la séance.

Le mode de convocation sera déterminé par le Conseil. Nul ne peut voter par procuration dans le sein du Conseil.

Les copies ou extraits d'une délibération à produire en justice ou ailleurs sont certifiés par le président ou l'administrateur délégué ou par deux administrateurs.

(*A suivre.*)

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

48 179. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.



11e Année. — N° 251 10 Juin 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Distinctions honorifiques. — *Chevaliers de la Légion d'honneur :*

M. *Auvert* (Louis-René), ingénieur principal des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

M. *Pierron* (Georges), vice-président du Touring-Club de France.

Le téléphone à Paris et les systèmes automatiques. — On avait fait quelque bruit, il y a deux ans environ, au sujet d'un système de bureau central, purement automatique, devant permettre d'établir *directement* la communication d'abonné à abonné. C'était — en théorie — la suppression des téléphonistes, classées à tort ou à raison parmi les petites misères de la vie humaine. L'enthousiasme suscité par cette invention merveilleuse n'aura été qu'un feu de paille, et l'application du système à un réseau de 30 000 abonnés, un rêve qui ressemble à une utopie, et contre lequel nous avons mis nos lecteurs en garde dans notre numéro du 25 mars 1900, p. 105.

Il résulte, en effet, d'une Note très intéressante publiée par M. Bordelongue dans le *Journal télégraphique* de Berne du 25 mai 1902, sur la nouvelle méthode d'exploitation du réseau téléphonique de Paris, que le système téléphonique le plus avantageux et le plus rapide est celui qui demande aux abonnés et au public la coopération la moins étendue.

Il y a encore une partie du public, et elle est nombreuse, d'après M. Bordelongue, bien renseigné par sa situation, *qui opère mal ou qui ne sait pas se servir du téléphone*, bien que la collaboration demandée à l'abonné soit déjà, à l'heure actuelle, très limitée.

En effet, l'abonné doit seulement : 1° appeler; 2° garder le téléphone à l'oreille; 3° donner le signal de fin de conversation. Ces instructions si simples ne sont pas suivies par tous. Les uns raccrochent leur téléphone dès que la demande est faite, ce qui oblige la téléphoniste de départ à suivre l'établissement de la communication jusqu'au bout, de rappeler l'appelant pour la mise en communication ou pour lui dire que son correspondant ne répond pas. Les autres, et c'est le plus grand nombre, oublient de donner le signal de fin de conversation, ce qui immobilise les lignes auxiliaires sans utilité pour le service. D'autres enfin laissent leur téléphone pendu sans le raccrocher, ce qui empêche qu'on puisse les rappeler à nouveau et use inutilement les piles du circuit microphonique.

On conçoit que, dans ces conditions, on cherche à simplifier les manœuvres demandées à l'abonné et à réduire encore sa coopération, au lieu d'employer des appareils compliqués dans leur fonctionnement et leur manipulation, en confiant à l'abonné le soin de faire les combinaisons complexes relatives à l'appel d'un numéro.

La tendance actuelle des modifications apportées aux bureaux centraux est de rendre automatiques — pour l'abonné — l'appel et la fin de conversation. Lorsque cette modification, qui exigera quelques années, sera réalisée, l'abonné n'aura qu'à décrocher le téléphone pour appeler et à le raccrocher pour donner le signal de fin de conversation. Les différents États tendront d'ailleurs à unifier le rôle du public en le simplifiant, afin que la clientèle flottante des hommes d'affaires ne se trouve pas embarrassée par les modes d'exploitation qui varient avec les pays.

Donc, aussi bien pour des raisons d'ordre international que pour des raisons d'ordre intérieur tenant à l'ignorance ou à l'insouciance de la plupart des abonnés, les téléphones automatiques sont condamnés, et les téléphonistes ont encore de beaux jours. C'est d'ailleurs avec regret que nous aurions vu disparaître ces aimables et charmantes interlocutrices à la voix d'or... ou d'airain.

L'électricité à Paris au 1er janvier 1901. — La Ville de Paris a son service électrique assuré par six secteurs de distribution d'énergie électrique et quatre usines municipales (Halles, Parc Monceau, Buttes-Chaumont et Hôtel de Ville).

L'éclairage des voies publiques, parcs et promenades comprenait 1718 foyers à arc et 85 lampes à incandescence de 16 bougies au Palais-Royal, représentant une dépense annuelle de 1 218 674,19 fr.

Les établissements municipaux comprennent 624 lampes à arc et 11 474 lampes à incandescence, dont 5871 lampes à incandescence dans l'Hôtel de Ville et 312 lampes à arc et 813 lampes à incandescence pour les Halles centrales. Le tableau ci-dessous résume les principales conditions d'installation de vente, de recettes et de redevances des six secteurs.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'EXPLOITATION DES SECTEURS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE LA VILLE DE PARIS

(*Exercice* 1900).

DÉSIGNATION DES SOCIÉTÉS.	NOMBRE D'ABONNÉS EN SERVICE.	NOMBRE DE LAMPES EN SERVICE — A ARC.	NOMBRE DE LAMPES EN SERVICE — A INCANDESCENCE.	LONGUEUR CANALISÉE EN KM.	ÉNERGIE EN KILOWATTS-HEURE.	PRODUITS BRUTS EN FRANCS.	5 POUR 100 SUR LES RECETTES BRUTES EN FRANCS.	1 POUR 100 SUR LES RECETTES PROVENANT DES USINES HORS PARIS EN FRANCS.	REDEVANCES SUR LES CANALISATIONS EN FRANCS.	FRAIS DE CONTRÔLE EN FRANCS.	REDEVANCES TOTALES EN FRANCS.
Edison	3 842	1 959	165 100	53,963	4 939 721,2	4 725 437,15	236 271,87	»	5 250	7 000	248 521,87
Compagnie Parisienne de l'air comprimé	3 452	3 969	179 915	131,529	6 184 295,0	4 953 246,45	267 662,32	»	13 000	7 000	267 662,32
Éclairage et force	1 800	4 626	86 338	58,546	3 726 224,0	2 764 837,96	125 754,07	7 226,85	5 750	7 000	145 731,02
Place Clichy	6 237	1 182	202 298	90,106	3 361 234,7	3 570 817,20	178 540,87	1 257,64	8 925	7 000	195 723,51
Champs-Élysées	5 270	675	248 352	88,233	2 705 202,9	3 214 922,04	160 746,11	32 149,22	8 700	7 000	208 595,33
Secteur de la rive gauche	3 050	1 494	120 036	127,747	2 358 835,7	1 751 630,95	87 581,55	17 516,31	12 125	7 000	124 222,86
Totaux	23 639	13 905	1 002 039	550,124	23 275 513,5	20 980 891,75	1 036 556,79	58 150,12	53 750	42 000	1 190 456,91

L'usine des Halles a produit 1 744 780 kw-h ainsi répartis :

Éclairage des Halles et du carreau des Halles	606 458
Énergie absorbée par les accumulateurs	55 045
Service intérieur de l'usine	129 504
Service des abonnés et de l'éclairage public	953 773
Total	1 744 780

L'usine des Halles alimente 401 abonnés, dont 366 sur la basse tension (courant continu) et 35 sur la haute tension (courants alternatifs). Avec 441 kw d'installation, 409 910 fr de recettes sur 426 568 kw-h vendus, ce qui correspond à 96 centimes par kw-h (au lieu de 101,7 centimes par kw-h en 1899).

L'usine du Parc Monceau n'a qu'un service public de lampes à arc (20 lampes). Elle a produit, en 1900, 36 853 kw-h correspondant à 73 706 foyers-heure avec une dépense de 21 663,66 fr correspondant à 29,4 centimes par foyer-heure de 10 ampères.

L'usine des Buttes-Chaumont alimente 49 foyers à arc, à l'aide de moteurs à gaz. Elle a produit, en 1900, 66 682 kw-h correspondant à 155 074 foyers-heure de 10 ampères. La dépense est de 45 268,67 fr, ce qui correspond à 29,2 centimes par foyer-heure de 10 ampères.

Il résulte du tableau ci-dessus que, sur un produit brut des six secteurs de 20 980 981 fr, la Ville de Paris touche une redevance de 1 190 457 fr, soit tout près de *six pour* 100 de la recette brute, sans autres dépenses que celle d'un contrôle, dépense qu'elle se fait d'ailleurs rembourser à raison de 7000 fr par secteur. A ces recettes directes, il convient d'ajouter celles provenant de l'octroi sur les charbons, les huiles, etc., recettes indirectes, mais non moins effectives.

Dans ces conditions, en présence de ces recettes importantes et sans aléa, et dont l'accroissement serait plus rapide encore si la perspective de la fin des concessions ne restreignait le développement normal des usines et des réseaux, on peut se demander quel intérêt la Ville de Paris peut bien avoir à chercher ailleurs que dans un prolongement des concessions, un mode d'exploitation qui fait instinctivement penser à la fable du bon La Fontaine : *Le chien qui lâche sa proie pour l'ombre.*

Alternateurs asynchrones auto-excitateurs. — Nous avons, depuis près d'un an, ouvert largement et impartialement nos colonnes aux communications relatives aux inventions respectives de M. Heyland et de M. Latour — par ordre alphabétique — et aux discussions qu'elles ont soulevées. Ces discussions menaçant de s'éterniser sans profit pour personne, nous croyons utile d'en arrêter le flot avec le présent numéro. M. Heyland et M. Marius Latour ont, tous deux, les moyens de réaliser leurs inventions et de prouver l'excellence de leurs conceptions en faisant construire des machines dont nous publierons avec plaisir les descriptions, à la condition qu'elles soient accompagnées de résultats d'expériences contrôlées par des électriciens indépendants. Nous n'accueillerons donc plus les communications d'un caractère plus ou moins académique et platonique, et nous ne publierons plus

que des faits. Les amateurs de discussions pourront s'en rassasier le 18 juin, la *Société internationale des électriciens* consacrant une séance spéciale à ces questions d'actualité.

L'accumulateur Edison. — Il y a plus d'un an que l'accumulateur Edison fer-nickel a fait sa bruyante apparition, et que nous avons signalé à nos lecteurs, d'après une communication de M. le Dr E. Kennelly à l'*American Institute of Electrical Engineers*, ses dispositions caractéristiques. Depuis cette époque, nous attendons toujours sa mise sur le marché, souvent annoncée, toujours retardée. Il y a quinze jours à peine, des dépêches venues d'Amérique annonçaient pompeusement un brillant succès obtenu avec cet accumulateur qui avait permis à une automobile de parcourir 100 miles (160 km) sans recharge. Ce chiffre paraîtra faible aux amateurs de records à outrance, si l'on veut bien se souvenir que le record de la distance parcourue sans recharge appartient à M. Kriéger, avec 307 km. On sait ce qu'il faut penser de ces performances sensationnelles, qui ne prouvent rien, ne peuvent rien prouver sous la forme d'une expérience unique, sans lendemain, et rendent au contraire le client très exigeant.

Pour en revenir à l'accumulateur Edison, il nous serait agréable de voir le célèbre inventeur américain abandonner la voie réclamiste dans laquelle il s'est lancé (*ou* on l'a lancé), et nous mettre enfin en mesure de vérifier expérimentalement les assertions de ses amis trop maladroits. Jusqu'à ce que ces expériences soient faites par des électriciens compétents, indépendants et désintéressés, et que des résultats garantis par eux soient publiés, nous ferons la conspiration du silence sur cet accumulateur-fantôme.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Annecy. — *Éclairage.* — Nous apprenons que la Compagnie P.-L.-M. vient de décider la transformation complète de l'éclairage de la gare d'Annecy. Les quinquets fumeux qui décorent si mal l'intérieur et les abords de la gare vont être remplacés par la lumière électrique.

En attendant l'achèvement de l'usine de Brassilly, l'éclairage sera fourni par la maison Aussedat de Cran-Gevrier, et devra être prêt à fonctionner ce mois-ci.

Nos compliments à la Compagnie P.-L.-M. pour cette utile transformation qui pourrait être, dès maintenant, appliquée à la ville avec un peu de bon vouloir de la Compagnie du gaz.

Beaucourt (Haut-Rhin). — *Traction électrique.* — Les différentes autorités consultées dans l'enquête préparatoire et les résultats du commodo et incommodo ayant été favorables au projet d'établissement d'un tramway électrique reliant la gare de Beaucourt à cette ville, le Conseil à l'unanimité émet un vœu favorable.

Cannes. — *Éclairage.* — Après avoir examiné les conditions, évidemment avantageuses pour les consommateurs, offertes par la Société l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen à la ville de Cannes, le Conseil émet le vœu qu'une détermination soit prise dans le plus bref délai possible à ce sujet en excluant toute concession de monopole à la Société demanderesse, et en imposant des délais d'exécution des travaux, tels que ceux-ci ne puissent entraver la circulation avant le commencement de la saison prochaine.

Poitiers. — *Traction électrique.* — Tout dernièrement le Conseil municipal avait renvoyé aux Commissions du contentieux et de la voirie une proposition de M. Vallet-Dechérat ayant pour but la construction de lignes d'omnibus à traction électrique par trolley automoteur destinée à desservir le canton nord de la ville.

Après avoir pris connaissance des renseignements fournis par l'administration, lesdites Commissions ont été unanimes à reconnaître que ce mode de locomotion pouvait, étant donné le peu de largeur des rues à desservir, rendre les plus grands services ; mais les Commissions n'ayant sous les yeux que des renseignements théoriques, ont cru, avant de se prononcer définitivement sur la question, devoir s'entourer de renseignements pratiques et, à cet effet, elles demandent, par M. Vallet-Dechérat, rapporteur, l'envoi à Fontainebleau, où la Compagnie de traction électrique par trolley automoteur exploite une ligne de plus de 4 km, d'une délégation de trois membres qui seront chargés de présenter un rapport sur les avantages ou les inconvénients qui peuvent résulter de l'adoption de ce système.

ÉTRANGER

Bruxelles. — *Traction électrique.* — La section centrale du budget des chemins de fer a demandé au gouvernement où en est la question des chemins de fer électriques, de la ligne Bruxelles-Anvers notamment, pour laquelle le besoin d'une solution lui paraît urgent.

Réponse singulièrement entortillée. Si nous en croyons la *Gazette* de Bruxelles, le problème soulève de graves questions que le gouvernement semble envisager avec une mystérieuse horreur. Il faut faire, d'après lui, une différence « très grande », entre les communications extra-rapides à travers le pays et les communications destinées à relier deux agglomérations très populeuses, telles que Anvers et Bruxelles.

Pour les premières, il serait prématuré d'arrêter un plan général du réseau. Les points de jonction aux frontières ne sont pas connus ! Il importe de conserver le passage des lignes internationales. On n'entrevoit encore que les linéaments du réseau électrique futur ! Tout au plus peut-on adopter pour les nouvelles lignes qui semblent destinées à en faire partie — comme celle de Bruxelles à Gand-Saint-Pierre — un tracé et un mode de construction conformes autant qu'on peut le prévoir aux exigences de la traction électrique.

Pour les autres, elles supposent un service intensif incompatible avec la notion d'un service international. Elles peuvent se trouver en contact avec le grand réseau, mais ne sauraient en faire partie. Aussi le gouvernement persiste à croire que c'est à l'industrie privée de construire et d'exploiter cette ligne.

Le rapport de la Section centrale réclame énergiquement une action plus prompte.

Elle croit que les problèmes soulevés par la traction électrique ne sont pas entourés de difficultés aussi insurmontables que l'Administration semble le croire, puisqu'ils ont été fort bien résolus ailleurs.

Elle comprend difficilement la distinction que le gouvernement fait entre les communications extra-rapides à travers le pays et les mêmes communications entre deux villes.

Il lui semble que les courants de circulation doivent être suffisamment connus, et elle ne comprend pas l'objection des points de jonction aux frontières — puisqu'on ne prolongera pas les lignes électriques jusqu'aux frontières sans s'être préalablement entendu, à ce sujet, avec les États voisins intéressés.

La réponse de l'Administration n'explique donc rien. Elle complique la question d'une distinction bien inutile entre les lignes interurbaines et les lignes à travers le pays. Bref, il paraît établi à la Section centrale qu'on peut entreprendre la construction de la ligne Bruxelles-Anvers et son exploitation sans attendre la création d'un réseau complet.



CORRESPONDANCE

Alternateurs asynchrones auto-excitateurs.

Monsieur le Directeur,

Je n'ai pas bien compris pourquoi M. Latour cherche encore à faire continuer la discussion qu'il a entamée, après que je lui ai prouvé par des résultats que, jusqu'à présent, il s'est trompé dans presque toutes ses conclusions qu'il a faites au sujet de mes machines; je ne saurais en vérité faire mieux.

1° M. Latour a prétendu et continue à prétendre que les connexions entre les lames du collecteur ne présenteraient pas un circuit de fermeture pour les courants induits. Le rotor serait en court-circuit « net » par l'intermédiaire des balais. ;Moins de 1 *pour* 100 (d'après M. Picou 1 *pour* 1000) passerait par les connexions entre les lames.

« J'ai prouvé par des résultats que sensiblement tout le courant induit passe par ces connexions, et que le courant des balais (courant d'excitation) reste presque constant pour toutes les charges. J'invite M. Latour, comme j'ai déjà invité M. Picou, à bien vouloir aller voir les courbes prises à la Société *L'Éclairage électrique* sur un moteur d'essai. »

2° M. Latour a prétendu que l'effet de ces connexions devrait être désastreux au point de vue du rendement.

« Je lui ai prouvé par des résultats que le rendement reste bon et qu'un petit moteur de 5 chevaux de la maison Schuckert, par exemple, a un glissement de 5 pour 100 et une perte d'excitation de 2 pour 100. J'ajoute ici qu'un plus grand moteur de 100 chevaux, de la maison Brown Boveri et C° a 2 pour 100 de glissement et 0,5 pour 100 de perte d'excitation. »

3° M. Latour a prétendu que mes moteurs tournent au-dessus du synchronisme.

« J'ai prouvé par des résultats que le glissement de mes moteurs est le même comme dans les moteurs d'induction ordinaires et augmente dans le rapport de la charge de 0 à vide à 5 pour 100 en charge pour les petits et 2 pour 100 pour les grands moteurs. »

4° M. Latour a prétendu que les connexions ou la fermeture du rotor de mes machines sert uniquement à éviter les étincelles et à supprimer les harmoniques. Il confond mon dispositif avec l'amortisseur de M. Leblanc.

« J'ai prouvé par tout ce qui précède que cette fermeture sert surtout comme cage d'écureuil des moteurs asynchrones, c'est-à-dire à produire par le glissement un couple entre stator et rotor. M. Leblanc a bien défini son amortisseur comme étant destiné aux machines dont le champ est de direction *constante*. »

Il est évident, et d'après son premier brevet indéniable, que M. Latour a voulu produire dans ses machines un champ de direction *constante* créé par une commutation synchrone de courants polyphasés. Mais, après avoir connu mes publications sur mes machines asynchrones, il a changé d'idée.

Mon brevet français ne l'empêche pas de faire une machine asynchrone avec un glissement au-dessous ou au-dessus du synchronisme, mais un essai lui apprendrait le changement qui se produirait en y adaptant une cage d'écureuil.

Ce dispositif est couvert par mon brevet français. Si le but décrit n'est pas expliqué dans le titre du brevet, comme le fait observer M. Latour, il est bien expliqué dans le texte (voy. l'extrait dans *L'Éclairage électrique* du 22 mars), ce qui suffit parfaitement conformément à la loi. Je citerai comme exemple le brevet de M. Leblanc sur les résistances de démarrage des moteurs d'induction. L'argumentation de M. Latour n'est donc pas de nature à augmenter la valeur de son brevet.

Le but de ce dispositif est vérifié par les résultats. Il est nouveau et cela d'autant plus, comme je l'ai déjà expliqué en partie dans *L'Industrie électrique* du 20 avril, qu'il paraît à première vue invraisemblable, ce qui est démontré également par le fait qu'il a été contesté même jusqu'à présent, comme une impossibilité, et ceci par des électriciens réputés.

Chose singulière, qui explique du reste l'erreur principale mentionnée sous 1°, commise dans les différentes théories qui ont confondu les deux systèmes, c'est la façon dont toutes ces théories traitent la question de la commutation dans la machine de M. Latour. On est étonné de voir traiter par M. Poincaré comme le point important pour la commutation, le fait que le champ total du rotor reste constant pendant la commutation. D'après les théories modernes, ce n'est presqu'en rien la périodicité du champ, mais la réactance de la spire en commutation qui prête aux machines d'aujourd'hui les *vertus modernes* dont parle M. Latour. L'effet de cette réactance pendant qu'un balai passe d'une lame à l'autre reste évidemment le même et tout le courant dans la spire entre deux lames doit être commuté de « plus » en « moins », que le courant total soit continu ou alternatif.

Cela expliquera sans doute à M. Latour que le court-circuit par les balais n'est pas si *net* qu'il le pense, et pourquoi *mes* courants induits dans le rotor préfèrent passer par les connexions ou par les bobines fermées en court-circuit.

Si donc M. Latour veut donner à ses machines cette « vertu moderne » que la réactance de la spire entre deux lames ne dépasse pas la valeur généralement admise pour les machines modernes à courant continu, il arrivera à un régime de marche sans étincelles, qu'il décale ou non les balais. Le nombre de lames deviendra grand et assez élevé pour étouffer ses « harmoniques » sans qu'il ait besoin de cage d'écureuil.

M. Latour reproche à mes machines que la dépense de cuivre du rotor est plus élevée que celle du stator. En principe celle-ci ne devrait pas augmenter plus que dans le rapport du courant d'excitation. Généralement, pour certaines raisons, je prends plus et les constructeurs en sont contents lorsque les résultats leur démontrent que le rapport de la puissance de la machine aux frais du matériel augmente plus vite que le matériel.

M. Latour nous apprend qu'il a « signalé », par un nouveau brevet, l'excitation de sa machine par courant alternatif simple. Cela lui prouvera sans doute de nouveau la différence profonde entre nos deux systèmes, car voilà une chose qui, dans ma machine, va de soi-même. Dans mon système, comme je l'ai bien expliqué, j'introduis le courant de magnétisation dans le rotor au lieu de l'introduire dans le stator. Les moteurs d'induction ordinaires sont polyphasés ou monophasés, et jusqu'à présent je n'ai pas encore vu un moteur d'induction monophasé excité avec du courant polyphasé. Les dessins de mon brevet français portent comme cas général deux balais. L'excitation de mes moteurs avec du monophasé se fait d'après la courbe, figures 2 et 3 de *L'Éclairage électrique* du 30 novembre, et le premier moteur de mon système que j'ai vu marcher à Vienne le 18 novembre était excité par du monophasé. J'ai publié les premiers résultats par une lettre à *L'Éclairage électrique* du 30 novembre. Quant à l'excitation monophasée, la jugeant de peu d'importance, je n'ai naturellement pas senti le besoin de la « signaler ».

A titre personnel je dois ajouter que je n'ai jamais reproché à M. Latour d'établir des confusions. Dans ma lettre du 10 mai, j'ai seulement exprimé le désir d'éviter cette confusion que M. Latour m'a reprochée dans sa lettre antérieure du 25 avril.

En finissant ces lignes j'espère, Monsieur, que cette discussion assez infructueuse sera close; mais si j'ai été assez détaillé dans mon exposé d'aujourd'hui sur mes moteurs, vous le comprendrez en voyant que les idées de plusieurs ingénieurs électriciens de la plus haute compétence se trouvent en contradiction directe avec les résultats.

Veuillez agréer, etc.

Alexandre Heyland.



NOUVEAU MOTEUR ASYNCHRONE DE HEYLAND

On a beaucoup parlé, tout récemment, d'une disposition, imaginée par M. Heyland, qui permet d'établir des moteurs asynchrones pour lesquels le facteur de puissance peut être fait égal à l'unité.

Les notes communiquées aux journaux scientifiques, par l'inventeur lui-même, se bornent à décrire sommairement la construction de la nouvelle machine, sans cependant s'étendre à des considérations théoriques, et sans chercher à en éclaircir le fonctionnement par quelques diagrammes.

Il nous appartenait, pour compléter une étude antérieure (1), de dire en quoi consiste cette invention et de faire voir quelles modifications elle apporte dans la marche de la réceptrice ordinaire, tout en indiquant une manière de calculer la nouvelle machine pour satisfaire à des conditions données.

Pour ne pas compliquer trop les choses dès le début, nous supposerons qu'on se trouve en présence d'un moteur asynchrone ordinaire pourvu d'un enroulement inducteur, n'ayant qu'une résistance ohmique négligeable.

Nous admettrons en outre, et toujours dans le même but, que les fuites magnétiques sont nulles et que le diagramme de fonctionnement se trouve représenté par la figure 1, dans laquelle, pour la marche normale, OA

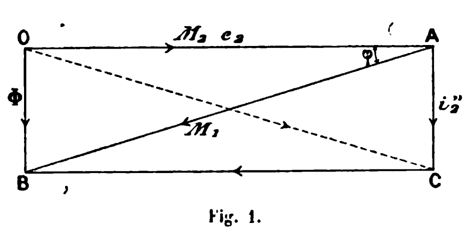


Fig. 1.

représente l'action magnétisante M_2 de l'induit, A B, celle M_1 de l'enroulement primaire, et finalement OB, la résultante de ces deux actions. OB indiquera par conséquent, mais à une autre échelle, la grandeur et la direction du flux résultant Φ unique, qui traverse les noyaux induit et inducteur.

Le courant primaire i_1 étant en phase avec AB (les pertes dans le fer étant supposées nulles), et la force électromotrice e_1, induite par le champ résultant dans le bobinage primaire, tombant en OA, l'angle de décalage se trouve représenté par l'angle OAB puisque la résistance R_1 est par hypothèse négligeable.

Si l'on veut maintenant que cet angle de décalage s'annule, il est indispensable que la droite AB devienne parallèle à OA, ou autrement dit que le courant primaire i_1 soit en phase avec la tension aux bornes E_1, dont la direction est précisément opposée à celle de la force électromotrice e_1 induite par le champ résultant.

(1) *Méthode pratique pour calculer les moteurs asynchrones polyphasés*, par M. Boy de la Tour, chez Ch. Béranger, éditeur, Paris.

Mais la tension aux bornes primaires étant invariable, il en est nécessairement de même de la force électromotrice e_1 et par conséquent du champ Φ qui l'a créée.

Nous savons que ce champ n'est produit que par la résultante des actions magnétisantes des enroulements primaire et secondaire.

Il s'en suit que si le courant i_1 ou la force magnétomotrice primaire i_1 vient en BC, la force magnétomotrice secondaire devra s'incliner de OA en OC.

On pourra parvenir à ce résultat, en envoyant dans l'enroulement secondaire, par un moyen quelconque, un courant i_2'', dont la phase sera celle du vecteur AC.

Ce courant auxiliaire i_2'' se combinera avec l'intensité i_2', produite par le champ résultant Φ, pour donner, dans l'induit, une action magnétisante résultante représentée en grandeur et en direction par OC.

Il semble, au premier abord, que l'on arriverait au même but en produisant dans l'inducteur l'action magnétisante AC.

Il n'en est cependant rien, le diagramme montre en effet que le décalage du courant BC serait nul, mais que celui de l'intensité AC serait par contre de 90°.

La résultante de ces deux courants serait BA, et le facteur de puissance final

$$\cos \varphi = \cos OAB$$

comme précédemment. On n'aurait donc rien gagné. Le courant BC ferait à lui seul toute la puissance, tandis que AC produirait le champ résultant, l'action magnétisante du secondaire étant sans cesse annulée par celle de la composante primaire BC.

Nous allons voir, tout à l'heure, qu'en produisant dans l'induit le flux fictif AC, le résultat n'est plus le même.

Remarquons auparavant que, si l'on veut conserver au couple moteur la valeur qu'il avait avant d'avoir rien changé à la machine, il faut que le point C se trouve à l'intersection de la droite BC qui est parallèle à OA, et de la droite AC qui doit conserver la même direction que OB.

Le couple est en effet proportionnel au produit du champ Φ par la composante du courant résultant de l'induit qui lui est perpendiculaire. Ce couple est donc proportionnel à l'aire des triangles tels que OBA, OBC.

On peut encore raisonner de la façon suivante :

Puisque le décalage doit passer de $\varphi°$ à 0°, il faut qu'on ait à égalité de puissance $BC = AB \cos \varphi$. La figure OACB est donc un rectangle.

Il est visible que l'application du dispositif de Heyland ne modifiera en rien l'importance du glissement.

Pour introduire le courant i_2 dans le secondaire, l'inventeur fait usage d'une armature constituée comme un induit de dynamo à courant continu, c'est-à-dire pourvue d'un bobinage ondulé ordinaire, et de son collecteur.

En disposant sur ce collecteur trois rangées de frotteurs décalées de 120° les unes des autres, on arrive à créer dans cet induit un enroulement triphasé, connecté

en triangle, restant fixe dans l'espace, malgré la rotation des conducteurs.

Du côté opposé au collecteur le bobinage se trouve relié à trois bagues, de sorte qu'en enlevant les frotteurs du collecteur, on reste en présence d'un induit de moteur asynchrone ordinaire.

Il est évident que, pour examiner ce qui va se passer, on peut étudier séparément les effets des deux bobinages ainsi constitués, puis superposer les résultats.

L'enroulement ordinaire qui aboutit à trois bagues, et que tout le monde connaît déjà, ne nous arrêtera pas longtemps.

Il n'est nullement fixe dans l'espace, mais participe à la rotation de l'induit. Il glisse donc lentement dans le champ de l'entrefer et produit une réaction, ou si l'on veut un flux fictif OA, qui se meut avec la même vitesse que celui de l'inducteur et qui naturellement possède un nombre égal de pôles.

En glissant ainsi dans le champ OB, il donne naissance à une force électromotrice e_2 produisant dans chaque branche une intensité

$$i_2' = \frac{e_2}{R_2}$$

R_2 étant la résistance ohmique de chaque enroulement, et e_2 étant donné par la relation

$$e_2 = 0{,}826 . Z . \mathfrak{B} . L . V . 10^8 \text{ volts}$$

dans laquelle on désigne par :

Z, le nombre des conducteurs actifs groupés en série dans une même phase.

$\mathfrak{B}$, l'induction efficace du champ de l'entrefer en gauss.

L, la longueur du noyau de l'induit en cm.

V, la vitesse périphérique de l'induit en cm : sec. Le facteur 0,826 est relatif aux induits triphasés comportant des bobinages ondulés.

Le flux fictif produit par la réaction de cet enroulement causerait dans l'entrefer une induction efficace

$$\mathfrak{B} = \frac{S . i_2}{5p . d} \text{ gauss,}$$

S, désignant le nombre total des conducteurs actifs de l'induit.

p, le nombre des pôles.

i_2, le courant efficace en ampères dans chacun de ces conducteurs.

d, l'épaisseur de l'entrefer en cm, légèrement majorée pour tenir compte de la reluctance du fer et de la largeur des entailles aux sommets des trous des noyaux.

Le second bobinage se trouve groupé en triangle par les trois rangées de frotteurs fixes.

Il est, nous le répétons, immobile dans l'espace et sa position est donc indépendante de la rotation de l'induit.

Les balais étant alimentés par la même source que l'inducteur, cet enroulement tend à créer un flux tournant ayant la même vitesse que celui de l'entrefer, le seul existant, qui résulte de la combinaison de toutes les actions magnétiques en jeu.

Chacune des branches de ce second bobinage ayant un nombre de côtés actifs égal à celui des phases du premier, la force électromotrice induite par le champ de l'entrefer sera la même dans les deux cas, car la vitesse des conducteurs dans ce champ reste toujours égale à celle du glissement.

Les courants dans ce deuxième enroulement devront être en phase avec la réaction AC, dont la direction est celle du flux CB dans l'entrefer.

Il s'ensuit que la force électromotrice induite dans ce deuxième enroulement par le champ sera décalée d'un quart d'onde en arrière de AC, et viendra tomber en AD (fig. 2).

Si maintenant on porte sur AC et à l'échelle de tension

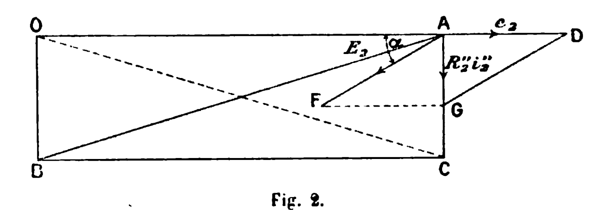


Fig. 2.

le produit $i_2''R_2''$, on trouvera en terminant le parallélogramme, la grandeur et la direction de la force électromotrice qu'il conviendra d'appliquer aux balais pour faire naître dans ce deuxième bobinage le courant i_2'' nécessaire.

Cependant cette tension E_2 = AF aux frotteurs provient de la source primaire, et par conséquent ne saurait se trouver décalée par rapport à la droite OA qui en donne la phase à l'instant considéré.

La force électromotrice E_2, telle qu'elle ressort de la figure 2, retarde de l'angle OAF sur la tension du réseau primaire.

Il s'agit d'examiner par quel moyen il serait possible de conserver en grandeur et en direction le flux AC, tout en utilisant une force électromotrice E_2 qui soit toujours en phase avec celle du réseau alimentant la machine.

Nous allons démontrer qu'en déplaçant sur le collecteur et dans le sens inverse du mouvement du champ, toutes les trois rangées de frotteurs, on arrive au résultat désiré.

Ce déplacement des frotteurs, qui entraîne celui des différentes branches de l'enroulement, ayant lieu dans une direction opposée à la marche du champ tournant, la force électromotrice e_2, induite par ce champ dans chacune des branches, avancera donc d'un angle correspondant sur celle qui eût pris naissance avant le mouvement des balais (fig. 3).

Cette tension e_2 conserve du reste la même valeur que dans la figure 2.

Supposons que le déplacement des frotteurs ait été tel, que la force électromotrice AF qui doit leur être appliquée, pour conserver au courant i_2'' sa grandeur précédente, tombe dans la ligne OA, c'est-à-dire en phase avec la tension du réseau. Il est aisé de faire comprendre que

ce déplacement des balais n'a nullement modifié la grandeur et la phase du flux fictif de ce deuxième enroulement.

En effet, en reculant les frotteurs dans le champ tournant, et en avançant d'autant la phase de la tension qui leur est appliquée, on a décalé en avant et de la même quantité, par rapport à ces frotteurs, la force électromotrice induite e_2, le courant i_2'' et par conséquent aussi le flux fictif engendré par ce courant.

Il s'ensuit que le déplacement des balais n'a rien

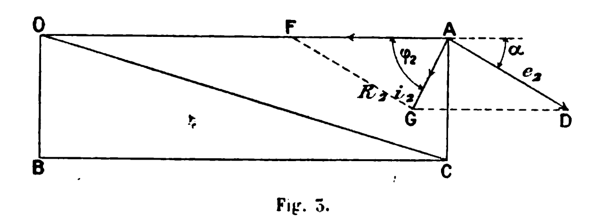


Fig. 3.

changé à la position instantanée de ce flux fictif par rapport aux autres.

Ce flux fictif reste donc en AC bien que le courant tombe en AG.

Le diagramme nous montre que la tension AF aux balais est en avance sur le courant i_2'' fourni par la source extérieure à l'induit.

Il ne faudrait pas croire, cependant, que ce décalage soit capable d'abaisser sensiblement le facteur de puissance de l'inducteur, qui dans nos graphiques a été fait égal à l'unité.

Il est visible que le courant i_2'' est, en charge, toujours plus petit que l'intensité i_2'.

D'un autre côté, la puissance $e_2 i_2'$, dissipée par effet Joule dans le bobinage ordinaire, n'est elle-même que les 2 ou 3 pour 100 de celle qui est fournie à l'inducteur.

On doit en conclure que la puissance apparente $e_2 i_2''$, provenant de la source extérieure, et envoyée par les frotteurs dans chacune des branches de l'induit, est fort petite, puisqu'elle reste elle-même bien inférieure à $e_2 i_2$ et n'atteint généralement pas 1 pour 100 de la puissance réelle fournie à l'enroulement primaire.

Il s'en suit que la valeur de cos φ définitive s'appliquant à la machine entière ne différera que d'une quantité négligeable de la grandeur qui résulterait des circuits inducteurs seuls.

Cela est d'autant plus exact qu'une notable partie du courant envoyé aux balais de l'induit n'est pas déwattée.

Remarquons encore que la résultante des actions des courants i_2' et i_2'' est donnée en grandeur et en phase par le vecteur OC.

La tension AE qu'il faut appliquer aux frotteurs est généralement très faible comparée à celle du réseau d'alimentation.

On peut la produire, soit à l'aide d'un petit transformateur auxiliaire, branché en dérivation sur la source extérieure, soit par un enroulement de quelques spires, autour du noyau inducteur.

Lorsque le couple moteur diminue, le glissement s'affaiblit. La surface du triangle OAC se réduit dans la même proportion que le couple. Le flux résultant OB par contre ne varie pas, puisqu'il doit induire une force électromotrice constante dans l'inducteur.

Si pour cette nouvelle charge on veut conserver un facteur de puissance égal à l'unité, la droite AC devra garder sa grandeur et sa direction. Comme i_2'' ne peut changer et que e_2 dépend du glissement, la tension qu'il faudra appliquer maintenant aux frotteurs sera non seulement plus petite que dans la figure 2, mais aura une inclinaison plus grande sur la droite OA.

Il conviendra donc, pour annuler le décalage dans le primaire, de déplacer à nouveau les frotteurs et de diminuer la grandeur de la tension aux balais. Ce dernier réglage pourra s'obtenir à l'aide de résistances variables intercalées avant les frotteurs.

Si par contre la charge augmentait, ces opérations devraient être effectuées en sens inverse.

Lorsque le facteur de puissance est égal à l'unité, le courant inducteur est dans le voisinage du régime sensiblement proportionel au couple moteur.

On pourra donc peut-être, dans certains cas, se dispenser d'effectuer le réglage de la tension appliquée aux balais, en employant un transformateur dont le primaire serait branché en série à la suite du bobinage inducteur.

Il est intéressant de connaître ce qui se passe si, sans rien changer à la tension aux balais, on déplace ces derniers plus qu'il ne convient.

La droite OB (fig. 4) reste ce qu'elle était dans la figure 3.

La distance OA ne variera pas, et puisque le couple

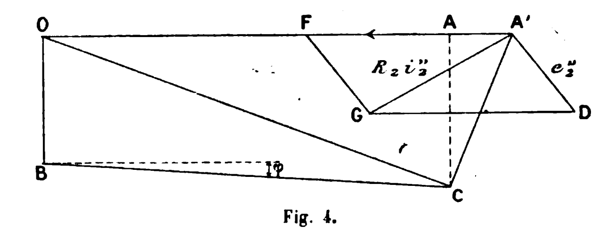


Fig. 4.

moteur reste constant, le point C se trouvera sur une droite passant par A et parallèle à OB.

Comme, par hypothèse, on a déplacé les frotteurs plus qu'il n'était nécessaire, les vecteurs A'D, A'G et A'C seront plus inclinés sur la droite CA que dans le cas illustré par la figure 3.

Pour que OA puisse devenir OA', il faut que le glissement augmente. Cette circonstance fera grandir la force électromotrice e_2 et aussi le courant i_2''.

Mais puisque le flux fictif A'C est engendré par ce courant i_2'' il ressortira plus grand que dans la figure 3.

L'inclinaison du vecteur BC qui résulte de la longueur de A'C fait voir que dans l'enroulement inducteur, le facteur de puissance devient négatif, c'est-à-dire que le courant primaire devance la tension aux bornes.

On devait s'attendre à ce résultat, auquel on arriverait, du reste, en conservant la position des frotteurs comme

pour la figure 3, mais en augmentent simplement la valeur AF de la tension qui leur est appliquée.

Ces considérations faites, nous allons montrer avec quelle simplicité on peut tenir compte, dans le diagramme, des fuites magnétiques et de la résistance des enroulements inducteurs.

Lorsqu'on calcule un moteur asynchrone on se donne généralement, pour commencer, l'induction résultante dans l'entrefer et la vitesse périphérique du noyau.

Cette dernière dépasse rarement 25 mètres par seconde. L'induction résultante oscille, suivant l'importance des machines entre 2500 et 3500 gauss.

A l'aide de la puissance et de la vitesse on déterminera l'effort électromagnétique à la périphérie de l'induit. On évaluera ensuite la réaction de l'enroulement secondaire ou la grandeur du flux fictif, sans s'inquiéter pour l'instant du dispositif de M. Heyland.

Il sera alors possible de porter dans la figure 5, la

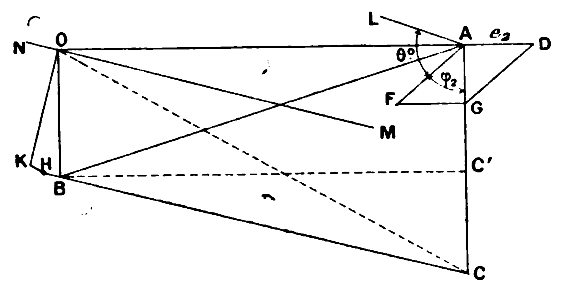


Fig. 5.

valeur OB du flux résultant, celle CA du flux fictif $V_2\Phi_2$ de l'induit, et de déterminer aussi le vecteur AB représentant cette partie Φ_1 du flux fictif de l'inducteur qui pénètre le noyau secondaire.

Si le couple ne doit pas varier par l'application des frotteurs sur le collecteur, le point C doit se trouver sur une droite AC parallèle à OB.

A cause des fuites magnétiques ce point C tombera au delà du point C', obtenu par l'intersection avec AC d'une droite BC' parallèle à OA.

Choisissons la position de ce point C. Le vecteur AC figurera le flux fictif que devra produire le courant envoyé de l'extérieur dans le secondaire au moyen des balais.

Le flux fictif résultant de l'induit sera donné en grandeur et en direction par OC. Pour que l'équilibre puisse se produire, il faut que BC soit cette partie du flux fictif primaire qui traverse l'entrefer.

Si maintenant nous portons, dans le prolongement de BC, une distance BH égale aux fuites primaires, c'est-à-dire à

$$\Phi_1 (V - 1),$$

et dans la direction de OC, une distance HK représentant la dispersion secondaire

$$\Phi_2 (V_2 - 1),$$

le vecteur OK indiquera en grandeur et en direction le flux résultant dans l'inducteur.

Ce flux résultant induit une force électromotrice OM qui retarde de 90° sur OK, et qui diffère très peu de la tension d'alimentation E_1.

Si l'on exige que le facteur de puissance soit égal à l'unité, cette force électromotrice induite OM devra être parallèle à BC, qui représente le courant inducteur.

Si cela n'était pas le cas, il y aurait lieu de recommencer la construction, en partant d'un point C situé différemment sur la ligne AC'.

Cette condition se trouvant une fois remplie, on portera dans le prolongement de OM, en ON, la chute ohmique de tension par branche

$$R_1 \cdot i_1.$$

La valeur de la tension aux bornes est alors donnée par la longueur NM.

En faisant en outre AD $= e_2$ et AG $= R_2 i_2''$, on trouve AF pour la différence de potentiel à appliquer aux balais.

La droite AL étant menée parallèle à NM, l'angle LAF indiquera de combien il faudra déplacer les frotteurs.

Avant de clore cette étude, remarquons que des induits construits comme il est dit plus haut produiraient inévitablement aux balais de fortes étincelles.

Ces étincelles proviennent de la self-induction importante des spires mises en court-circuit par les frotteurs.

Le nombre des conducteurs par pôle étant toujours assez restreint, le retrait du circuit d'un de ces conducteurs produit une variation sensible du flux.

Cette variation a pour effet de retarder l'inversion du courant dans les spires en commutation, et de faire naître une tension excessive entre le collecteur et la pointe du balai, au moment où cette dernière quitte un segment.

C'est cette tension excessive qui est la cause directe de l'apparition des étincelles.

Pour éviter ces crachements inacceptables, on shunte les lames du collecteur par des résistances.

Il est évident que ces résistances compliquent non seulement la construction de la machine, mais absorbent encore de la puissance.

Nous estimons qu'il est difficile de fixer par le calcul la grandeur de ces résistances qui relient deux segments consécutifs.

On devra les déterminer par tâtonnement, une fois la machine construite.

Il semble qu'en augmentant le nombre des conducteurs actifs par pôle, et celui des lames du collecteur, on pourra réduire beaucoup l'importance de ces résistances et des courants dont elles sont le siège.

Ces résistances ainsi disposées forment un circuit qui a beaucoup de ressemblance avec la bague d'un enroulement en cage d'écureuil.

Lorsqu'on examine les choses de près, on remarque que les courants, dans ces résistances, modifient les intensités qui auraient circulé, en leur absence, dans les bobines de l'induit.

On peut dans le diagramme conserver l'action de ces

premiers courants, et superposer l'effet magnétique de ceux qui circulent à travers l'enroulement et les résistances du collecteur.

Ces courants doivent être en phase avec la force électromotrice qui les crée, et retarder par conséquent de 90° sur le champ résultant OB de l'entrefer. Ils produiront donc un flux fictif dirigé suivant OA et tendront en même temps à augmenter le couple moteur.

On pourra donc, grâce à leur présence, diminuer légèrement l'intensité secondaire i_2' pour que, finalement, la longueur du vecteur OA conserve sa valeur primitive.

On voit par là que les courants qui circulent dans les résistances du collecteur ne sont pas inutiles.

La perte ohmique qu'ils engendrent dans les conducteurs se trouve compensée par la réduction du courant i_2'.

Remarquons encore que le glissement étant au démarrage facilement 30 fois plus grand qu'en régime normal, les courants dans les résistances shuntant les lames du collecteur augmenteront dans ce même rapport.

Il conviendra donc de dimensionner largement ces résistances si l'on veut les conserver en bon état pendant la mise en route.

En résumé, le dispositif imaginé par M. Heyland permet d'atteindre pour toutes les charges un facteur de puissance égal à l'unité. Cette propriété, qui constitue déjà un avantage, donnerait encore la possibilité d'établir des machines avec des entrefers plus grands que ceux des moteurs actuels.

Mais la constance du facteur de puissance, malgré une variation de charge, ne peut être obtenue que par un déplacement des frotteurs, ou un réglage de la tension qui leur est appliquée, ou encore par l'usage simultané de ces deux moyens.

Les réceptrices asynchrones, auxquelles on peut songer à adapter le système Heyland, donnent en pleine charge et lorsqu'elles sont bien étudiées :

$$\cos \varphi = 0,9.$$

Ce facteur de puissance décroît lentement avec la charge et se maintient encore à 0,87 environ avec un couple réduit aux trois quarts de la valeur normale.

Ainsi, pour porter $\cos \varphi$ de neuf dixièmes à l'unité, il faut munir l'induit d'un collecteur et d'un système de frotteurs. Il faut que tous les segments de ce collecteur soient shuntés par des résistances qui participent à la rotation.

Il est nécessaire, sauf dans des cas absolument exceptionnels, de transformer la tension primaire avant de l'appliquer aux balais.

Cette tension devra pouvoir être réglée, à la main, dans d'assez grandes limites.

La principale qualité des réceptrices asynchrones réside, sans aucun doute, dans leur grande simplicité de construction, qui leur permet de fonctionner sans réclamer pour ainsi dire aucun soin et aucune réparation.

Pour améliorer le facteur de puissance de peu de chose, et le monter de 0,9 à 1,0, on a créé un moteur plus compliqué qu'une machine à courant continu, et qui, à cause des pertes sur le collecteur et dans les résistances shuntant les segments, présente un rendement sensiblement moins élevé que celui des réceptrices actuelles.

Et encore, a-t-on l'assurance que dans la pratique, une fois vendues et installées chez les industriels, les nouvelles dynamos seront constamment bien réglées pour $\cos \varphi = 1$?

Dans ces conditions, quel sera le succès de l'invention qui nous occupe? L'avenir le dira. Quant à nous, nous préférons nous abstenir de répondre à cette question, d'abord pour ne pas paraître trop pessimiste, et ensuite parce que nous sommes assuré que les ingénieurs ne manqueront pas de découvrir de nouveaux perfectionnements, peut-être même de nouvelles inventions, qui feront enfin du moteur polyphasé la machine idéale.

Boy de la Tour.

DYNAMO A COURANT CONTINU
ET A HAUTE TENSION
DE M. THURY
PRODUISANT 25000 VOLTS ENTRE BALAIS

Depuis la découverte des transformateurs statiques et les célèbres expériences de transmission de force de Lauffen à Francfort, tous les constructeurs de machines électriques ont suivi la voie qui leur avait été indiquée à cette occasion, de telle façon que, à part quelques exceptions, toutes les transmissions d'énergie à distance utilisent le courant alternatif simple ou polyphasé en dérivation, c'est-à-dire à intensité variable et à tension constante. En effet, grâce aux transformateurs, les hautes tensions nécessaires pour permettre des transmissions économiques par fils d'une section admissible et leur transformation en courant à basse tension pour la distribution sont obtenues avec la plus grande facilité, et ce fait capital a décidé du succès du courant alternatif pour de telles applications.

Toutefois, dès qu'on se trouve en présence d'une transmission à grande distance et que la nécessité d'une tension très élevée s'impose pour la rendre économique et réalisable, les effets d'induction du courant alternatif dans la ligne elle-même, la complexité des tableaux, les difficultés de couplage des machines et la nécessité d'avoir un personnel exercé prennent une importance si considérable et réagissent sur l'ensemble du système dans un sens si défavorable qu'il cesse d'être pratique. D'après les expériences les plus récentes, ce point critique pour le courant alternatif paraît être aux environs de 30000 volts comme tension et de 100 km comme distance.

En règle générale, pour une marche économique, les transformateurs doivent être utilisés comme appareils

abaisseurs de tension en sorte que la supériorité du courant alternatif comme moyen de transport de l'énergie a pour limite la tension maxima qui peut être obtenue par les génératrices.

Cette limite est comprise entre 10 et 15 000 volts, bien que certains constructeurs habiles aient proposé des alternateurs pouvant produire directement 25 et même 30 000 volts.

Mais s'il est relativement difficile d'obtenir des alternateurs donnant cette tension, il est encore plus délicat de réaliser la même tension sur le collecteur d'une génératrice à courant continu, aussi la machine dynamo à

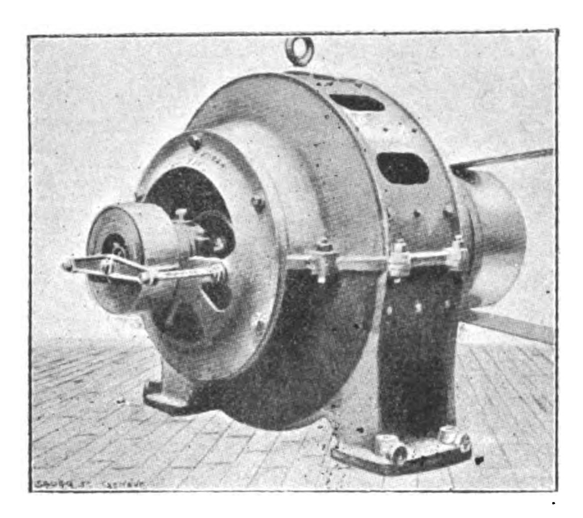


Fig. 1. — Dynamo Thury à haute tension.

courant continu produisant 25 000 volts entre balais, que M. Thury présentait dernièrement aux électriciens réunis à Lausanne, réalise-t-elle un vrai tour de force de construction.

Étant données les grandes difficultés d'isolement sous une telle tension, il ne fallait pas songer à faire tourner l'induit; comme dans les alternateurs, M. Thury emploie un inducteur tournant et un induit fixe, dont l'enroulement est logé dans une couronne dentée analogue au stator d'un moteur à courant alternatif.

L'inducteur est bipolaire (fig. 2) et n'offre rien de par-

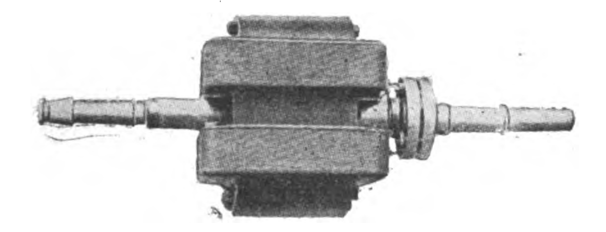


Fig. 2. — Inducteur de la dynamo.

ticulier; il est manchonné sur l'arbre et porte deux épanouissements polaires soigneusement tournés; deux bobines excitatrices, isolées avec précaution, sont reliées à deux bagues fixées sur l'arbre; elles reçoivent le courant d'une petite dynamo excitatrice auxiliaire.

L'induit qui est fixe et extérieur porte 48 bobines, de 500 spires de fil de 0,8 mm ² de section. La machine qui est capable de débiter 1 ampère à 23 000 volts, à la vitesse de 600 tours par minute, a une résistance intérieure d'induit de 700 ohms.

Le collecteur, qui constitue une des particularités les plus intéressantes de cette machine, est à isolement par l'air, comme ceux des anciennes dynamos de la Société Alsacienne de Belfort, l'écartement des lames est un peu plus grand ; si l'on songe, en effet, qu'à certains moments la tension entre deux touches atteint près de 750 *volts*, on conçoit qu'il soit nécessaire d'éviter à tout prix la formation d'arcs entre les lames.

Une paire de balais mobiles, entraînés par l'inducteur et isolés de la masse par plusieurs isolants placés en série, recueille le courant continu à haute tension et l'amène à deux bagues très bien isolées, d'où il se rend aux bornes de la machine.

La marche de la dynamo à la haute tension de 25 000 volts n'est assurée que par la présence de deux organes indispensables : un souffleur d'étincelles et des condensateurs. Pour éviter la formation d'arcs entre les touches du collecteur, on a monté sur l'arbre de la dynamo un ventilateur (fig. 1) envoyant l'air dans deux tuyères aboutissant immédiatement au-dessous des balais; le soufflage est ainsi d'autant plus énergique que la vitesse angulaire est plus grande et que la tension est plus élevée.

La machine est, en outre, pourvue d'un ensemble de condensateurs isolés entre eux avec le plus grand soin ; chaque condensateur est mis en relation par ses armatures avec deux touches consécutives du collecteur. Le rôle de cet appareil paraît être analogue à celui qu'il joue dans la bobine de Ruhmkorff; qu'on nous permette l'expression : il *pompe* l'étincelle, et il est de fait que le bon fonctionnement de la machine exige sa présence.

Les condensateurs sont isolés les uns des autres au moyen d'une matière spéciale à base de verre pilé: ils sont reliés par des fils suffisamment rigides aux touches du collecteur.

Les plus grands soins ont été apportés à l'isolement par rapport à la masse, et pour éviter de faire travailler les isolants de l'enroulement; la masse de la machine est elle-même isolée du sol par de solides isolateurs en porcelaine présentant une grande surface. Ces derniers, pour plus de précautions, ont été scellés dans un massif en asphalte reposant sur le sol de l'usine constitué lui-même par un ciment isolant à base de verre pilé.

Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, nous avons pu voir fonctionner la machine en charge quelques instants au moment où ses deux bornes étant reliées aux extrémités d'une branche de sapin, un arc s'établissait et y mettait le feu; c'est à peine si à ce moment quelques étincelles apparaissaient sous les balais.

Quoique des dynamos de ce genre ne soient pas encore d'une construction très courante, il nous a paru intéressant de signaler cet unique exemplaire, fruit remarquable des patientes études de M. Thury. A. Soulier.



CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les essais des voitures électriques. — Le 7 juillet auront lieu quelques essais de voitures électriques sous les auspices de l'Automobile Club, essais qui dureront cinq jours. On peut faire inscrire les automobiles dans une quelconque des classes suivantes: 1° voitures de ville; 2° voitures de route pesant plus de 3000 kg; 3° voitures de route pesant moins de 3000 kg.

On a choisi six routes, qui vont de Londres à Brighton, de Brighton à Londres, de Londres à Sandown et retour, de Londres à Windsor et retour, de Londres à Ascot et retour, et une route spéciale pour des observations.

Ce ne sont là que des arrangements préliminaires, on donnera plus de détails plus tard. Mais on s'intéresse beaucoup à ces épreuves, et l'*Electrical Times* a offert un prix de 1300 fr à l'automobile, qui, dans l'opinion du jury, se sera montrée la plus digne de confiance et la plus convenable à un travail quotidien.

La conférence sur les chemins de fer électriques à Londres. — Il est très agréable qu'on ait fait coïncider l'exposition des tramways, qui sera inaugurée le 30 juin à l'Agricultural Hall, avec la réunion du Tramway and Light Railway Congress.

Le quartier général de ce congrès sera dans une salle spéciale à l'intérieur des palais de l'Exposition, et l'Exposition sera ouverte immédiatement après le Congrès. Le soir, il y aura une réunion des membres qui seront les hôtes de l'Union internationale permanente de tramways, et de l'Association des Tramways and Light Railway.

Les trois jours suivants le Congrès se réunira le matin, et fera des promenades l'après-midi; le quatrième jour il terminera ses travaux et il y aura un grand diner à l'hôtel de Keyser. On pense que cette exposition sera d'un grand intérêt et qu'elle contiendra tous les exemples les plus récents des progrès faits dans les tramways anglais, qui se sont rendus enfin libres vis-à-vis des Américains. On trouve que les appareils si primitifs qu'on emploie en Amérique ne serviront pas dans ce pays, et pour cela on fait tout d'une manière plus lourde et plus solide.

La législation électrique. — Tout dernièrement plusieurs commissions parlementaires se sont rassemblées pour examiner le tas de bills qu'on propose sur les sujets électriques, des bills du *County Council* et des sociétés anonymes.

Le *London County Council*, qui est entièrement démocratique, et qui veut municipaliser tout, présenta un bill pour l'acquisition graduelle de plusieurs entreprises d'éclairage électrique dans la province de Londres. Tandis qu'en théorie la réalisation de toutes ces entreprises serait sans doute un grand bienfait, néanmoins il y a beaucoup de difficultés à surmonter et la moindre n'est pas la difficulté financière. Le comité a rejeté le bill pour certaines raisons qui ont fait que l'on a délibéré en huis clos. Un autre bill par le *London County Council* fut pour des tramways électriques tout le long du Thames Embankment, de Westminster Bridge jusqu'à Waterloo Bridge, où ils se réuniront avec le nouveau chemin de fer souterrain mais peu profond, qu'on va percer au-dessous du grand chemin très fréquenté qu'on est en train d'établir du Strand à Holborn. Il est bien curieux qu'on ait fait tant d'opposition à ce bill, et on pense que cela venait d'une manière indirecte de MM. Yerkes et Cie, qui ont naturellement un intérêt dans le District Railway, lequel passe au-dessous de l'Embankment. Cependant, au grand étonnement de tout le monde, le bill a passé d'abord à la Chambre des Communes et, malgré une grande opposition du Comité, il a passé encore une fois.

Parmi les chemins de fer électriques souterrains qu'on examine, quelques-uns ont été adoptés et d'autres rejetés. Parmi les rejetés se trouve le chemin de fer de Piccadilly et Hammersmith. Celui-ci était demandé par M. Morgan en conjonction avec la *London United Tramway C°*, et en opposition avec quelques-uns des projets de M. Yerkes. L'intention des promoteurs était d'étendre le chemin de fer existant Central de Londres, afin de faire un cercle complet.

La morale de l'affaire entière est qu'on tolère beaucoup trop l'opposition, faite par des sociétés particulières ou publiques, contre des projets qui sont destinés au bien du public.

La distribution de l'énergie électrique dans le sud du pays de Galles. — Récemment on a publié le compte rendu de la Société anonyme *South Wales Electrical Power Distribution*, et à peu près en même temps la pierre de fondation de la première station centrale fut posée par Sir Frederick Bramwell, à Pontypridd. L'endroit où on élève la station est près d'une mine de charbon qui n'est pas encore exploitée, et qui est voisine de grandes industries. L'installation qu'on fait à présent consiste en 5 machines Willans, chacune actionnant une dynamo de Ganz de 3000 chevaux à une tension de 12 000 volts et 24 grandes chaudières Niclausse à tubes d'eau. Lorsqu'elle sera terminée, la station contiendra 25 machines et générateurs de 3000 chevaux et 120 chaudières, ce sera la plus grande station centrales du Royaume-Uni et une des plus grandes du monde.

Sur ces entrefaites, il se présente un état curieux des affaires dans la ville de Pontypridd même. Avec la rage qui sévit pour la municipalisation qui est à la mode ici, le Conseil municipal a refusé de prendre le courant de la Compagnie, mais il veut construire sa propre station centrale et il pense qu'on pourra produire l'électricité en petite quantité au même coût que celle qui est obtenue en masse par la Société. Mais sans doute les contribuables auront quelque chose à dire sur cette

question, et il est probable que l'expert qui a donné son avis, se soit trompé.

L'Institut des ingénieurs électriciens. — Il y a quelque temps une Commission de cette société fut nommée pour s'enquérir sur les affaires qui se rapportent au développement de l'électricité en Angleterre et son rapport vient d'être publié. Il dit avec regret que tandis que les Anglais ont été les premiers dans la science électrique, son application est en retard dans ce pays en comparaison avec les autres pays, et que ce retard est largement dû aux restrictions législatives et aux facilités d'opposition que l'on tolère aux autorités locales.

Ensuite il traite de certaines propositions relatives aux distributions d'énergie électrique, etc., qui n'auraient intérêt que pour les contribuables de ce pays. Il dit de plus, ce qui est évident pour tout le monde qui s'intéresse aux affaires électriques, que les employés des départements du gouvernement qui doivent examiner les questions industrielles ne sont pas capables de traiter les questions qu'on leur demande, et il pense que le gouvernement devrait consacrer une certaine somme d'argent au traitement des employés nécessaires.

Il suggère que l'Institut devrait de temps en temps prendre part à l'élaboration des règlements des départements.

Une voiture de poste électrique. — Plusieurs villes du continent ont maintenant leurs automobiles postales, et quelques-unes sont actionnées par l'électricité, mais, pour des raisons diverses, l'administration des postes à Londres a préféré garder le cheval à allure plus lente. Quant aux voitures actionnées électriquement, une des objections principales est que les distances dans Londres sont si grandes, que la charge d'une batterie de grandeur convenable ne suffirait point. Cependant M. Oppermann a récemment construit une automobile électrique postale, qu'on n'emploiera que pour recueillir les lettres des boîtes dans les rues pour les porter au bureau.

La charge de cette automobile est de 500 kg et elle est actionnée par un moteur de trois chevaux, qui attaque l'essieu par des chaînes. La batterie comprend 40 éléments du type connu A. B. C. qui ont une capacité de 160 ampères-heures, et qui peuvent actionner l'automobile sur un parcours de 112 km avec une seule charge. Le contrôleur donne 3 vitesses, dont la plus élevée est de 29 km par heure.

La Ligue pour la liberté industrielle. — Le 22 avril cette société fut inaugurée. Le président est le président du Great Central Railway et l'intérêt de ce chemin de fer y est largement représenté. L'objet de cette société est virtuellement de résister à la tendance qui augmente toujours de municipaliser tout ici au désavantage des contribuables.

Il n'y a aucun doute que jusqu'à présent les entreprises municipales ont montré qu'on ne peut les exploiter aussi économiquement que les entreprises particulières, et ainsi il ne suffit pas seulement que le consommateur actuel paie plus pour ce qu'il consomme, mais dans les entreprises municipales il faut que les contribuables supportent de plus grandes taxes pour le bienfait seulement d'une minorité.

Quelque louable que soit cet essai, il est bien à craindre qu'il est inutile d'arrêter le progrès de la municipalisation dans un pays aussi démocratique que l'Angleterre, et qu'ultimément chaque entreprise publique importante sera la propriété de l'État. C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 28 avril 1902.

La mesure des températures élevées et la loi de Stéfan. — Note de M. Féry, présentée par M. Lippmann. — On sait que, jusqu'ici, la détermination des températures supérieures au point de fusion du platine ne pouvait se faire industriellement qu'au moyen du pyromètre optique bien connu de M. Le Chatelier, et cela en extrapolant la formule $I = KT^{-\frac{K'}{T}}$ indiquée par ce savant.

Le point de fusion du platine n'a lui-même été obtenu par M. Violle que par extrapolation de la loi de la variation de la chaleur spécifique de ce métal avec la température.

Il m'a semblé que la relation si simple de Stéfan

$$R = a(T^4 - t^4)$$

était tout indiquée pour la mesure des températures inaccessibles par les autres procédés, d'autant plus que l'exactitude théorique de cette formule semble maintenant tout à fait reconnue.

R représente, on le sait, la quantité de chaleur versée par un corps rayonnant à une température absolue T sur un autre à une température t; les pouvoirs émissifs de ces deux corps étant égaux à l'unité, a est une constante.

En remarquant que t^4 devient rapidement négligeable par rapport à T^4, la loi simplifiée applicable aux hautes températures est donc :

$$R = aT^4.$$

Il est peu de corps dont le pouvoir émissif soit assez voisin de l'unité pour qu'on puisse appliquer cette formule, mais si l'on se rappelle que, dans le cas d'une enceinte fermée, la puissance de la radiation est, d'après le théorème de Kirchhoff, *indépendante* de la nature de la paroi rayonnante et égale à l'unité, le champ des appli-

cations se trouve extrêmement élargi. En effet, dans l'industrie, le problème se réduit le plus souvent à la détermination de la température qui règne dans un four dont l'ouverture est généralement assez petite pour que la conception théorique de Kirchhoff soit vérifiée. Les cas sont assez rares où l'on a à mesurer un corps chaud en dehors du foyer; cependant, même dans ce cas, les métaux usuels recouverts généralement d'oxydes noirs satisfont sensiblement encore à la condition exigée.

Ce sont ces considérations qui m'ont fait étudier un pyromètre à radiations calorifiques mesurant la température des solides rayonnants par l'élévation de température d'un corps thermométrique convenablement choisi.

J'ai donné à cet appareil la forme d'une lunette (fig. 1) dont l'objectif O, en fluorine (¹), concentre sur un réticule thermo-électrique les radiations envoyées par le foyer.

Ce réticule est formé de deux lames (fer constantan) soudées suivant deux diamètres rectangulaires sur les deux disques A et B (fig 2). Ces lames ont 0,2 mm de large sur

Fig. 1.

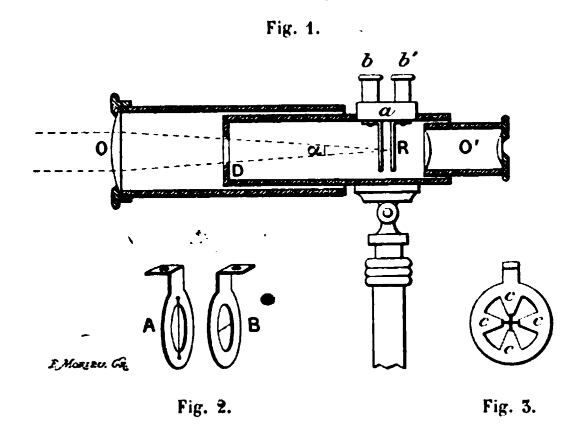


Fig. 2. Fig. 3.

0,003 mm d'épaisseur; elles sont obtenues par laminage d'un fil rond de 0,05 mm de diamètre.

On monte ensuite les disques sur une pièce isolante *a* qui les maintient parallèles à une distance de 0,5 mm; on peut alors souder les deux lames minces au centre, et le couple thermo-électrique est constitué. Les prises de courant se font par deux bornes *b* et *b'*. On noircit soigneusement au noir de fumée la surface des lames du côté de la lentille objective et l'on dispose sur le disque d'avant un écran en croix dont les bras *c*, *c*, *c*, *c* (fig. 3) ont pour but de limiter la longueur des lames soumises au rayonnement et de rendre ainsi les indications indépendantes des dimensions de la source à partir du moment où son image couvre la partie utile du couple.

D'autre part, pour s'affranchir de la distance du corps rayonnant, le tube de la lunette supportant le réticule R (fig. 1) est fermé par un diaphragme D qui limite à une valeur constante et indépendante du tirage et, par conséquent, de la mise au point *variable avec la distance* du corps chaud, l'angle au sommet α du cône formé par les rayons concentrés par la lentille.

L'ensemble de la lunette ainsi disposée et d'un galvanomètre approprié constitue un excellent pyromètre dont la maison Pellin a accepté la construction.

(¹) J'ai vérifié, au moyen d'un microradiomètre, que l'absorption de ce corps devient *proportionnelle* à la quantité de chaleur incidente à partir de 900°. Elle ne fait donc que diminuer la sensibilité de l'appareil de $\frac{1}{10}$ environ.

Voici la concordance des indications avec celles d'un couple platine-platine rhodié de M. Le Chatelier, placé dans un petit four électrique à résistance de platine dont on a pu élever la température jusque vers 1500° :

Déviations du galvanomètre mesurant le rayonnement en mm.	Température indiquée par le couple en degrés.	Température d'après la loi de Stéfan (¹) en degrés.	Différence en degrés.	Erreur pour 100.
11,0	844	860	+ 16	1,85
14,0	914	925	+ 11	0,84
17,7	990	990	0	0
21,5	1054	1060	+ 6	0,60
26,0	1120	1120	0	0
32,2	1192	1190	— 2	0,17
38,7	1260	1250	— 10	0,80
45,7	1328	1320	— 8	0,60
52,5	1385	1380	— 5	0,36
62,2	1468	1450	— 8	0,50

On voit que, à part la première mesure faite à basse température et où l'on n'a pas de précision dans les lectures, l'erreur reste inférieure à 1 pour 100.

Les indications sont très rapides, la masse à échauffer étant très faible (5000ᵉ de milligramme); pour la même raison, l'appareil revient très exactement au zéro, la soudure échauffée reprenant très vite la température du corps de la lunette qui l'entoure de toutes parts.

J'ai trouvé par la même méthode une valeur égale à 3490° pour la température du charbon positif de l'arc électrique.

Sur la graduation des couples thermo-électriques. — Note de M. Daniel Berthelot, présentée par M. H. Becquerel. — Au cours des expériences que j'ai poursuivies sur la mesure des températures élevées, j'ai eu l'occasion d'observer pendant plusieurs années divers couples thermo-électriques et de faire à leur sujet certaines observations intéressantes.

L'usage des couples se répand de plus en plus dans les laboratoires; l'instantanéité de leurs indications et la faible dimension de leur partie sensible leur assurent, en effet, une supériorité pratique incontestable sur tous les autres instruments pyrométriques.

Le couple le plus anciennement employé pour les hautes températures fut le couple platine-palladium, proposé en 1835 par A.-C. Becquerel et qu'Edmond Becquerel gradua en 1863 par comparaison avec le thermomètre à air; mais, depuis les travaux de Sainte-Claire Deville sur la métallurgie du platine et de ses alliages, on emploie plutôt, en raison de leurs points de fusion plus élevés, le couple platine-platine iridié (Tait, Barus) ou le couple platine-platine rhodié particulièrement bien étudié par M. Le Chatelier. Je me suis servi de préférence du couple platine-platine iridié, qui est moins coûteux, un peu plus sensible et non moins exact.

Les anomalies signalées parfois dans le fonctionnement de ces divers couples me paraissent provenir presque

(¹) On a admis la concordance pour 1120°, température encore accessible par le thermomètre à air et vers laquelle les points de fusion servant à la graduation du couple sont bien connus.

uniquement de l'altération chimique du palladium ou du platine, quand on les porte au rouge dans une atmosphère réductrice comme celle qui peut exister dans un four à gaz ou dans la flamme d'un bec Bunsen; car, malgré un emploi presque journalier, je n'ai jamais observé d'irrégularités avec des couples chauffés électriquement dans une atmosphère d'air, d'azote ou d'anhydride carbonique.

La relation entre les forces électromotrices e et les températures centigrades t, la soudure froide étant placée à 0°, est fort simple. Si l'on porte en coordonnées $\log e$ et $\log t$, la courbe entre 700° et 1100° est représentée, aux erreurs d'expérience près, par une droite. E. Becquerel avait appliqué une formule de ce genre au couple platine-palladium entre de faibles intervalles de température, et M. S. Holman a montré qu'elle convient dans des limites étendues aux couples formés par le platine et ses alliages.

Il suffit donc de deux points fixes pour graduer un couple entre 400° et 1100°. Les points les plus recommandables sont, à mon avis, le point de fusion du zinc (419°) et le point de fusion de l'or (1064°); ce dernier se détermine en intercalant, entre les extrémités des deux fils du couple, un mince fil d'or de 3 à 4 mm de long et en lisant la force électromotrice au moment de la fusion qui amène la rupture du circuit,

Le point d'ébullition du soufre (445°), qui a souvent été employé, est à déconseiller, car il ne donne de résultats exacts qu'à la condition d'observer une série de précautions minutieuses indiquées par MM. Heycock et Neville.

J'ai étalonné avec un soin spécial deux couples platine-platine iridié à 10 pour 100, provenant l'un de la maison Matthey de Londres, l'autre de la maison Desmoutis de Paris. J'ai employé comme piles-étalons un élément Gouy, un Latimer-Clark et un couple fer-cuivre fonctionnant entre 0° et 100° et antérieurement calibré en valeur absolue par M. Abraham. Les points de fusion et d'ébullition ont été pris dans l'air. Les indications observées à plusieurs années de distance ont été concordantes à moins de $\frac{1}{1000}$ près.

		Couple A.		Couple B.	
		e.	t (calculé).	e.	t (calculé).
Points de fusion.					
Glace	0	0	0	0	0
Cadmium	321	3 950	319,4	3 615	319,1
Zinc	419	5 214	(419)	4 846	(419)
Argent	957	12 425	957,6	11 762	955,6
Or	1064	13 870	(1064)	13 200	(1064)
Points d'ébullition.					
Eau	100	1 154	98,2	1 005	97,5
Aniline	184	2 189	181,4	1 966	181,0
Naphtaline	218	2 622	215,6	2 371	215,5
Benzophénome	306	3 755	304,2	3 450	305,4
Soufre	445	5 586	445,1	5 165	444,5
Selénium	690	8 834	690,6	8 295	690,7
Cadmium	778	10 010	778,4	9 405	776,1
Zinc	918	11 880	917,3	11 230	915,6

La Table ci-dessus donne, à côté des températures centigrades t, les forces électro-motrices e en microvolts et les températures calculées par la formule logarithmique en supposant connus les points de fusion du zinc et de l'or.

La plupart des auteurs ont rencontré une sérieuse difficulté à assurer la protection des couples contre l'attaque des métaux fondus ou bouillants dans lesquels on veut les plonger et ont eu recours à des artifices parfois compliqués. J'ai trouvé commode d'employer dans ce but les tubes de porcelaine que livre le commerce sous le nom de tubes de *Rose*. Il est seulement nécessaire de fermer une de leurs extrémités en la fondant au chalumeau oxhydrique. Leur longueur est de 18 mm, leur diamètre extérieur 6 mm, leur diamètre intérieur 2,5 mm, ce qui suffit pour y loger le couple, si l'on emploie le tour de main indiqué par M. Le Chatelier, qui consiste à isoler les deux fils du couple par un mince cordon d'amiante que l'on replie en forme de 8, chacun des fils du couple passant dans une des boucles du 8. L'ensemble de ce système n'est guère plus encombrant qu'un thermomètre à mercure et est beaucoup moins volumineux qu'un pyromètre à résistance de platine. Avec un bon galvanomètre on obtient sans difficulté une sensibilité de 0°,1 au voisinage de 1000°.

Séance du 5 mai 1902.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

Séance du 12 mai 1902.

Sur le spectre continu des étincelles électriques. — Note de M. B. Eginitis, présentée par M. J. Violle. — 1. Le spectre des étincelles électriques ordinaires jaillissant entre deux électrodes métalliques est accompagné d'un spectre continu dont l'intensité est en général très faible par rapport à l'intensité des raies.

Ce spectre continu est ordinairement uniforme presque partout le long de l'étincelle. Au contraire, son intensité n'est pas la même dans les différentes régions du spectre.

Sauf ce spectre continu ordinaire, on en voit rarement apparaître un autre instantané et très étroit doué d'une intensité comparable ou supérieure à celle des raies.

Le spectre continu ordinaire dans les mêmes conditions varie avec la nature du métal dont les pôles sont constitués. Le fer, le cobalt, le nickel, le manganèse, le magnésium sont parmi les métaux dont le spectre continu est très intense.

2. L'intensité du spectre continu ordinaire dépend de la valeur de la self-induction du circuit de décharge. Quand la self-induction augmente, le spectre continu diminue d'intensité avec une vitesse qui dépend du métal des électrodes. Cette variation est très rapide pour les métaux plomb et mercure, tandis que pour les métaux fer, nickel, cobalt, magnésium, elle est beaucoup plus lente.



Si la self-induction prend des valeurs de plus en plus grandes, l'intensité du spectre continu ordinaire diminue de plus en plus et, à la fin, les raies existent sur un fond absolument obscur.

Pour tous les métaux examinés, le spectre continu s'élimine complètement pour des valeurs convenables de la self-induction, qui sont en général très petites.

3. D'après Cazin, la production du spectre continu ordinaire est due aux particules incandescentes arrachées aux pôles. Si l'on remarque que, d'une part, les métaux dont le spectre continu est très intense sont justement, comme nous l'avons vérifié par un examen microscopique, les métaux qui donnent un très grand nombre de particules incandescentes (fer, nickel, cobalt, manganèse), tandis que, pour les autres métaux, elles sont beaucoup moins nombreuses; et que, d'autre part, dans le cas de l'augmentation de la self-induction, les particules deviennent de plus en plus rares, cette opinion de Cazin nous paraît comme une des excuses probables de ce phénomène.

L'existence de ces particules peut expliquer aussi les spectres continus instantanés que nous avons cités au commencement.

Enfin nous ajoutons que quelquefois le spectre continu est très intense au voisinage des électrodes, surtout quand ces électrodes sont des fils plus ou moins fins; ce renforcement provient de l'incandescence des extrémités des pôles.

Sur une perturbation magnétique observée le 8 mai. — Note de M. Th. Moureaux, présentée par M. Mascart. — Le tremblement de terre du 6 mai n'a pas eu d'action sensible sur l'enregistreur magnétique du Val-Joyeux, ni sur celui de Perpignan où les secousses ont été ressenties.

La catastrophe de la Martinique paraît avoir eu lieu le 8 mai vers 8 h du matin, heure correspondant à midi 14 m, temps moyen de Paris. Elle ne semble pas avoir agi sur le baromètre, comme l'éruption du Krakatoa.

A l'Observatoire du Val-Joyeux, près de Saint-Cyr, une perturbation magnétique s'est manifestée à midi 6 m et a continué jusqu'à 8 h du soir, affectant surtout la composante horizontale. Il sera intéressant de rechercher si le même phénomène a été constaté dans d'autres observatoires et s'il est en rapport avec l'éruption de la Martinique.

Séance du 20 mai 1902.

Sur la force répulsive et les actions électriques émanées du Soleil. Application aux nébuleuses. — Note de M. H. Deslandres, présentée par M. Janssen (voy. les *Comptes rendus*.)

Téléphones de l'Industrie électrique :

Rédaction : N° **812-89.**

Administration { N° **704-44.** N° **704-23.**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 mai 1902.

M. le Président lit la dépêche suivante adressée par M. Hesehus, Président de la Société physico-chimique russe de Saint-Pétersbourg :

« La Société physico-chimique russe, réunie dans sa séance du 13 mai 1902, témoigne ses sentiments de condoléance et de regret les plus sincères causés par la mort inattendue du célèbre Cornu. »

Une lettre de remerciements sera adressée à la Société physico-chimique russe.

Soupape électrique, redresseur condensateur pour la transformation de courants alternatifs simples et polyphasés en courants continus, de M. Nodon. — M. Raveau ne fait pas l'historique de la question; il renvoie pour cela aux articles de M. Blondin, parus dans le journal *l'Éclairage électrique* (12 février 1898, p. 263, et 27 juillet 1901, p. 117), où sont indiqués les résultats acquis depuis 1895 par M. Pollak.

M. Raveau expose comment M. Nodon est arrivé à utiliser, dans un appareil simple et d'un fonctionnement parfaitement régulier, la propriété, découverte par Buff en 1857, que présente une anode d'aluminium plongée dans un électrolyte d'opposer un obstacle très considérable au passage d'un courant. M. Nodon constitue une pile d'un cylindre de fer ou de fonte au centre duquel est maintenu, à l'aide d'un bouchon de caoutchouc, un bâton d'aluminium allié à 5 pour 100 de zinc, immergé dans une solution neutre et saturée de phosphate d'ammoniaque. Si l'on applique à cet élément une force électromotrice alternative qu'on fait croître progressivement de 15 à 110 volts, il se forme en quelques secondes, à la surface du bâton d'aluminium, une couche de phosphate d'alumine qui se comporte comme un isolant parfait jusqu'à 130 volts. Un dispositif automatique relie alors les bornes du circuit d'utilisation à celles du courant alternatif par l'intermédiaire d'éléments ainsi disposés : A chaque borne du courant alternatif (simple ou polyphasé) sont reliés les pôles de nom contraire de deux éléments; quant aux pôles restés libres, on a réuni ensemble ceux de même nom et l'on obtient un courant qui se dirige de l'aluminium vers le fer.

Divers clichés, projetés par M. Pellin, reproduisent des courbes déterminées par M. Hospitalier, à l'aide de l'ondographe. Le redressement du courant est complet, il n'y a plus de changement de signe, même quand le circuit d'utilisation n'a pas de self-induction. Grâce au concours de M. Guidé, ingénieur électricien, M. Raveau montre le fonctionnement d'un arc à régulateur continu et d'un petit moteur de ventilateur. On a obtenu un courant, non plus simplement redressé, mais presque rigoureusement constant, en chargeant une batterie d'accumulateurs, par suite d'un effet de capacité, ou même en actionnant un moteur Rechniewski de 4 chevaux. Il est d'ailleurs facile

d'obtenir ce résultat à volonté en mettant en dérivation sur les bornes du circuit à courant continu un condensateur constitué par un élément assez semblable à ceux qui ont été décrits plus haut, dans lequel la couche de phosphate d'alumine constitue l'isolant.

Le rendement de la soupape électrique, mesuré au wattmètre, atteint 75 à 80 pour 100; il paraît indépendant de la période entre les fréquences 42 et 84. La force électromotrice et l'intensité sont l'une et l'autre réduites de 10 pour 100 environ dans la transformation. La solution ne paraît pas subir d'altération. En réglant, au moyen d'un manchon de verre qui coiffe le bâton d'aluminium, la densité du courant entre 5 et 10 ampères par décimètre carré, la température se maintient, dans un appareil d'une puissance de 3 kilowatts au voisinage de 55°. Il est possible d'utiliser des forces électromotrices descendant jusqu'à 50 volts.

M. Nodon poursuit ses expériences dans une usine alimentée par le Secteur de l'Ouest Parisien, à Neuilly-sur-Seine, il espère annoncer bientôt pour les puissances élevées des résultats aussi satisfaisants que ceux qu'il a obtenus jusqu'à 4 kilowatts.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 4 juin 1902.

La séance est ouverte à 8^h35^m sous la présidence de M. Harlé.

Après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Lauriol sur la **Régularisation du courant électrique des dynamos actionnées par des moteurs à gaz.**

M. Lauriol examine le cas particulier d'une usine de la Ville de Paris, qui possédait un moteur à gaz de 30 kw tournant à 150 tours par minute actionnant par courroie deux dynamos. L'une de ces machines, une dynamo Gramme, alimentait un circuit d'arcs en tension absorbant 10 ampères, sous 1500 volts environ, la deuxième, une machine Henrion assurait un service analogue. Tandis que sur cette dernière la lumière des arcs était stable, on avait des oscillations désagréables sur les lampes alimentées par la machine Gramme. Des études furent entreprises pour rechercher la cause et y remédier; on trouva que le moteur présentait de fortes irrégularités de vitesse atteignant près de 4 pour 100. Si dans ces conditions la dynamo Henrion arrivait à bien régler, c'était surtout à cause de son induit en forme de volant. La différence d'inertie pouvait expliquer en effet la différence de régime.

Pour évaluer l'amplitude des écarts de vitesse angulaire, MM. Lauriol et Girard ont emprunté le principe de l'ondographe de M. Hospitalier l'appareil; trace des courbes sur lesquelles on a relevé facilement l'amplitude du mouvement perturbateur.

Pour corriger ce défaut, comme on ne pouvait songer à améliorer le fonctionnement du moteur à gaz, M. Lauriol a eu l'idée de faire varier l'intensité du champ de la dynamo en raison inverse des vitesses, de façon à avoir une tension sensiblement constante pour des vitesses voisines de la vitesse de régime. On arrive ainsi à supprimer le défaut, mais l'appareil doit être rendu automatique, le rhéostat doit être commandé par le moteur à gaz lui-même. M. Lauriol termine en disant que, parmi tous les moyens essayés jusqu'à présent, cet appareil est un des meilleurs; il en conseille l'emploi dans des conditions analogues.

M. le Président remercie M. Lauriol de son intéressante communication.

M. Picou, dans un élégant exposé, traite ensuite de la **Réaction d'induit et de la chute de tension dans les machines dynamo-électriques**. La détermination au préalable des conditions de fonctionnement d'une machine d'après son dessin même est très importante.

C'est surtout aux alternateurs que l'on a appliqué les méthodes de MM. Arnold, Blondel et Potier pour n'en citer que les principales. M. Picou, auquel on doit déjà les méthodes pratiques bien connues pour l'étude graphique du fonctionnement des machines, est arrivé à déterminer à l'avance et avec une grande exactitude la chute de tension sur une machine donnée. La méthode se résume à l'emploi de trois caractéristiques principales; elle est si exacte que le diagramme donne à 0,5 volt près la valeur observée de la chute de tension sur les machines à courant continu. Avec les alternateurs, la méthode s'applique plus difficilement; malgré cela, M. Picou est arrivé à trouver, avec les alternateurs Farcot du secteur des Champs-Élysées, sensiblement les mêmes résultats que M. Guilbert qui avait étudié avec beaucoup de soin ces machines expérimentalement.

De nombreux applaudissements montrent l'intérêt que la Société a pris à cette communication, appelée à rendre de grands services à la construction des machines.

M. Boucherot, à l'aide de nombreuses projections, montre ensuite **Quelques applications d'alternateurs compounds** montés d'après son système décrit ici même (voy. *L'Industrie électrique*, n° 206 1900, p. 297).

Le compoundage qu'il a réalisé est sensiblement parfait, le réglage de la tension est immédiat, car le flux étant constant à chaque instant, la self n'intervient pas de sorte que les corrections sont instantanées, ce qui n'arrive pas avec les alternateurs que l'on règle à la main.

Un autre avantage réside en ce qu'il y a séparation complète du courant continu d'excitation et du courant alternatif, ce qui n'arrive pas quand on emploie une commutatrice.

M. le Président remercie M. Boucherot et lève la séance à 11^h.

A. S.

JURISPRUDENCE

LIGNES TÉLÉPHONIQUES D'INTÉRÊT PRIVÉ
NOTICE DES REDEVANCES DUES PAR LES CONCESSIONNAIRES OU SOUMISSIONNAIRES

Les sieurs Leboucher frères et consorts sont concessionnaires à Rouen de lignes téléphoniques d'intérêt privé. Depuis que cette concession leur a été accordée, la ville a établi des tramways électriques utilisant le sol pour le retour des courants. Il en est résulté des perturbations dans l'installation des sieurs Leboucher, et ils ont saisi le Conseil de préfecture d'une demande tendant à ce que l'Administration des postes et télégraphes fût tenue de prévenir les troubles dans les circuits téléphoniques, et d'assurer aux requérants des communications satisfaisantes, soit par le doublement des fils des lignes, soit par tout autre moyen sans pouvoir exiger le paiement de redevances supérieures à celles qui avaient été fixées à l'origine des concessions. Le Conseil de préfecture était-il compétent pour connaître de cette action? L'Administration des postes et télégraphes le contestait. Elle prétendait qu'il ne s'agissait dans l'espèce que d'une interprétation de conventions intervenues entre l'Administration et des particuliers au sujet de l'usage d'un service public dont l'État a le monopole et que les redevances au sujet desquelles des difficultés s'étaient élevées entre eux n'avaient en aucune façon le caractère de subvention pour l'exécution d'un travail public; qu'en conséquence la loi du 25 pluviose an VIII, qui règle la compétence de ces Conseils ne pouvait être invoquée dans l'espèce. Le Conseil de préfecture rendit néanmoins à la date du 19 février 1895 un arrêté par lequel il retint la connaissance de l'affaire.

L'Administration des postes et télégraphes s'est alors pourvue contre cette décision devant le Conseil d'État, et cette haute assemblée lui a donné raison par l'arrêt suivant :

« Considérant que les sieurs Leboucher et consorts, concessionnaires de lignes téléphoniques d'intérêt privé, ont saisi le Conseil de préfecture d'une requête tendant à faire déterminer les conditions dans lesquelles l'État est tenu de leur assurer l'usage de ces lignes, et le montant des sommes qui peuvent être réclamées pour frais d'entretien;

« Considérant d'une part qu'aucun texte de loi n'a donné au Conseil de préfecture compétence pour statuer sur les difficultés entre l'État et les concessionnaires de lignes téléphoniques d'intérêt privé au sujet de l'étendue des obligations qui peuvent incomber à l'État pour le service de ces lignes ;

« Considérant d'autre part que les sommes que les concessionnaires sont tenus d'acquitter en vertu de leurs contrats, tant pour frais d'établissement et d'entretien qu'à titre de droits d'usage, sont décomptées suivant un tarif déterminé et imposé à tout concessionnaire de ligne téléphonique d'intérêt privé à raison de l'affectation de cette ligne à son usage; qu'ainsi sans qu'il puisse être fait de distinction entre elles, ces sommes ont toutes le même caractère de redevance ou d'abonnement se rapportant à un service général de l'État, et ne sauraient être considérées comme représentant une offre de concours volontaire dans les dépenses d'un travail d'utilité publique; que par suite en l'absence de toute disposition de loi attribuant à la juridiction administrative la connaissance des difficultés relatives au paiement desdites redevances le Conseil de préfecture devait se déclarer incompétent pour statuer sur la contestation qui lui était soumise, etc. »

Cette décision qui a été rendue le 16 novembre 1900, a été confirmée le même jour par une autre décision de la même assemblée dans des circonstances un peu différentes sans doute, mais qui mettaient en jeu incontestablement l'application du même principe. Il s'agissait dans cette seconde espèce du paiement d'une somme de 588,96 fr que l'Administration des postes et télégraphes réclamait à un sieur Boucher, demeurant à Melun, pour frais d'établissement, à son domicile, d'un poste téléphonique principal relié au réseau d'intérêt général, et, à l'inverse du Conseil de préfecture de la Seine-Inférieure, le Conseil de préfecture de Seine-et-Marne s'était déclaré incompétent pour connaître de cette demande, et l'Administration des postes et télégraphes avait formé un recours contre cette décision, non plus pour repousser cette fois, mais pour revendiquer la compétence administrative. M. le ministre du commerce faisait valoir dans son pourvoi les considérations suivantes : « l'établissement des lignes téléphoniques reliées au réseau général constitue, disait-il, un travail public ; les engagements pris par les particuliers qui demandent la création d'une ligne de participer aux dépenses de premier établissement présentent tous les caractères d'une offre de concours; les sommes versées figurent au budget de l'État sous le nom de fonds de concours : si le montant de la part contributive est fixé d'après un tarif, c'est à titre forfaitaire, et ce tarif est sans application quand des travaux spéciaux sont demandés : dès lors les Conseils de préfecture compétents pour statuer sur des offres de concours ont compétence pour connaître des réclamations relatives au paiement des subventions pour construction téléphonique, paiement qui est l'accessoire et la conséquence des travaux publics : et les frais de premier établissement ne peuvent être assimilés soit avec la taxe d'abonnement, soit avec les redevances d'entretien analogues aux taxes postales et télégraphiques. »

Sans s'arrêter à cette argumentation, le Conseil d'État par des considérants identiques à ceux de la première décision, a rejeté la demande de l'Administration. Il était intéressant de mentionner ces solutions, qui sous l'aspect

de simples mesures de compétence, ont un caractère pratique incontestable et dont la connaissance peut éviter des lenteurs et des frais.

A. CARPENTIER,
Agrégé des Facultés de droit.
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

DOCUMENTS OFFICIELS

ARRÊTÉ *du* 31 *mai* 1902, **relatif à l'Office national des brevets d'invention et des marques de fabrique.**

Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes.

Vu la loi du 7 avril 1902, modifiant les articles 11, 24 et 32 de la loi du 5 juillet 1844;

Vu l'avis de la Commission technique de l'Office national des brevets d'invention et des marques de fabrique, en date du 17 avril 1902;

Vu l'avis de la Chambre de commerce de Paris, en date du 23 avril 1902;

Vu l'avis du Conseil d'administration du Conservatoire national des arts et métiers, en date du 23 avril 1902;

Sur le rapport du directeur du commerce et de l'industrie;

Arrête :

Article premier. — L'Office déjà institué au Conservatoire national des arts et métiers et virtuellement destiné à centraliser les services relatifs aux brevets d'invention, aux dessins et modèles industriels et aux marques de fabrique ou de commerce, s'appellera désormais *Office national de la propriété industrielle.*

Art. 2. — 1. Les descriptions annexées aux demandes de brevets d'invention et de certificats d'addition, conformément aux articles 5 et 16 de la loi du 5 juillet 1844, seront rédigés correctement, en langue française. aussi brièvement que possible, sans longueurs ni répétitions inutiles. Elles seront terminées par un résumé succinct des points caractéristiques de l'invention. Elles seront écrites à l'encre ou imprimées en caractères nets et lisibles, sur un papier de format uniforme, de 33 cm sur 21 cm, avec une marge de 4 cm. Le duplicata ne devra être écrit ou imprimé que sur le recto de la feuille.

2. Les descriptions ne devront pas dépasser 500 lignes de 50 lettres chacune, sauf dans les cas exceptionnels où la nécessité de l'excédent serait reconnue par la Commission technique de l'Office national de la propriété industrielle.

3. Afin d'en assurer l'authenticité, les divers feuillets de la description, solidement réunis, seront numérotés en chiffres arabes, du premier au dernier inclusivement, et chacun d'eux sera paraphé dans le bas. Les renvois en marge devront également être paraphés et leur nombre certifié à la fin de la description; les mots rayés comme nuls seront comptés et leur nombre certifié à la fin de la description. Il en sera fait de même pour les mots ajoutés en renvoi ou en interligne.

4. Aucun dessin ne devra figurer dans le texte ni en marge des descriptions.

Art. 3. — 1. Les dessins seront exécutés, sans grattage ni surcharge, sur des feuilles de papier ayant les dimensions suivantes : 33 cm sur 21 cm ou 42 cm, avec une marge intérieure de 2 cm, de sorte que le dessin soit compris dans un cadre de 29 cm sur 17 cm ou 29 cm sur 38 cm. Ce cadre devra être constitué par un trait unique de 1/2 mm d'épaisseur environ.

2. Dans le cas où il serait impossible de représenter l'objet de l'invention par des figures pouvant tenir dans un cadre de 29 sur 38 cm, le demandeur aura la faculté de subdiviser une même figure en plusieurs parties dont chacune sera dessinée sur une feuille ayant les dimensions ci-dessus déterminées: la section des figures sera indiquée par des lignes de raccordement munies de lettres de référence.

3. Les figures seront numérotées sans interruption de la première à la dernière, à l'aide de chiffres arabes ou romains.

4. Si les planches sont numérotées, les chiffres seront placés en dehors du cadre : mais en tout cas, la description ne devra se référer qu'aux figures sans jamais mentionner les planches.

5. Le duplicata sera tracé à l'encre, en traits réguliers continus ou pointillés, et parfaitement noirs, sur papier bristol ou autre papier complètement blanc, fort et lisse, permettant la reproduction par un procédé dérivé de la photographie; aucunes teintes, ombres ou lavis ne devront être apposés; ils seront remplacés, si cela est nécessaire, par des hachures très régulières, suffisamment espacées et accentuées pour se prêter à la réduction visée par l'alinéa 8 ci-après.

6. L'original pourra être exécuté sur toile ou sur papier et porter des teintes.

7. Les dessins annexés à une demande de brevet ou de certificat d'addition ne pourront comprendre plus de 10 feuilles du grand ou du petit format, sauf dans les cas exceptionnels où la nécessité de l'excédent serait reconnue par la Commission technique de l'Office national de la propriété industrielle.

8. L'échelle employée sera suffisamment grande, toutefois sans exagération, de façon qu'il soit possible de reconnaître exactement l'objet de l'invention sur une reproduction réduite aux deux tiers de la grandeur des dessins.

9. Les dessins ne contiendront aucune légende ou indication, timbre, signature ou mention d'aucune sorte autre que le numéro des figures et les lettres (majuscules ou minuscules) ou chiffres de référence, dont la hauteur sera de 3 à 8 mm. On ne devra employer que des caractères latins et grecs. Les lettres ou chiffres de référence qui devront être très correctement tracés, pourront être pourvus d'un exposant.

10. Les diverses figures, séparées les unes des autres par un espace de 1 cm au moins, devront être disposées de façon que le dessin puisse toujours être lu dans le sens de la hauteur de 33 cm ainsi que les lettres, chiffres et indications de la figure.

11. Les légendes, reconnues indispensables par les demandeurs pour l'intelligence de leurs dessins, seront placées dans le corps de la description. A titre d'exception, il est, néanmoins, permis de faire figurer certaines mentions sur les dessins, quand elles sont indispensables pour en faciliter la compréhension, telles que « eau, gaz, vapeur, ouvert, fermé, ligne de terre, etc. », mais aucune indication ne devra être écrite en langue étrangère.

12. La signature du demandeur ou de son mandataire sera placée en dehors du cadre ou au dos de la planche.

13. Les dessins seront remis, lors du dépôt, à plat, entre deux feuilles de carton fort, de manière à être exempts de plis ou de cassures.

Art. 4. — 1. Il ne sera pas reçu de gravure sur bois ni de représentation de l'invention autre que les dessins préparés de la manière décrite plus haut, à moins qu'elles ne soient de nature à se prêter à la reproduction par un procédé dérivé de la photographie.

2. Toutefois, il est bien entendu que les demandeurs auront toujours le droit de déposer, conformément aux articles 5 et 23 combinés de la loi du 5 juillet 1844, les échantillons ou modèles qui seraient nécessaires pour l'intelligence de leurs descriptions.



Art. 5. — L'original et le duplicata de la description et des dessins seront signés par les demandeurs ou leurs mandataires. Dans l'un et l'autre cas, le nom du demandeur devra y être mentionné d'une façon très lisible. Le duplicata sera, en outre, sous la responsabilité des signataires, certifié conforme à l'original.

Art. 6. — 1. Le libellé du titre du brevet devra être aussi court que possible et n'indiquer, en termes précis, que l'objet de l'invention, conformément au paragraphe 3 de l'article 6 de la loi du 5 juillet 1844.

2. Le demandeur aura la faculté d'indiquer, dans sa demande, le groupe et la classe du catalogue dans lesquels il estime que son brevet doit être inscrit; s'il était indispensable de placer l'invention dans plusieurs groupes ou classes, le demandeur pourra en désigner deux ou trois au plus; ces indications ne constitueront, en tout cas, que de simples renseignements que l'Office national de la propriété industrielle pourra suivre ou modifier.

Art. 7. — 1. La demande de brevet d'invention ou de certificat d'addition devra être datée et indiquer, outre leurs noms et prénoms, la nationalité des demandeurs et le pays dans lequel ils résident au moment du dépôt, si ce pays est différent de celui de leur nationalité.

2. Le bordereau des pièces annexées à la demande devra mentionner le nombre des pages de la description et le nombre des planches de dessin déposées.

3. La demande, la description et les dessins annexés, le bordereau des pièces seront déposés dans une enveloppe fermée; une copie du bordereau sera reproduite sur l'enveloppe.

Art. 8. — Aucune demande de brevet d'invention ou de certificat d'addition ne pourra être rejetée comme irrégulière du chef des prescriptions du présent arrêté, notamment au point de vue de la rédaction de la description et de l'établissement des dessins, qu'après un avis conforme de la Commission technique de l'Office national de la propriété industrielle, le demandeur ou son mandataire préalablement entendu en ses explications ou dûment appelé devant ladite Commission.

Art. 9. — Toute demande de brevet ou de certificat d'addition pourra être retirée par son auteur, s'il le réclame par écrit, dans un délai de deux mois à partir du jour du dépôt; les pièces déposées lui seront restituées, ainsi que la taxe versée. Aucune requête de cette nature ne sera acceptée après l'expiration de ce délai de deux mois, même si elle concerne une demande présentée dans les conditions de l'article 11 ci-après.

Art. 10. — 1. Lorsque la demande d'un brevet aura été reconnue régulière, ce brevet sera délivré par un arrêté du ministre du commerce et de l'industrie constatant la régularité de ladite demande. Dès que l'arrêté aura été rendu, il en sera donné avis aux demandeurs par l'Office national de la propriété industrielle, qui transmettra en même temps les pièces à l'Imprimerie nationale pour qu'elles soient imprimées conformément à l'article 24 de la loi du 5 juillet 1844, modifiée par la loi du 7 avril 1903. Cet avis contiendra l'indication de la date de l'arrêté et du numéro donné au brevet. Il sera procédé de même pour les certificats d'addition.

2. Lorsque la description et les dessins du brevet ou certificat d'addition seront imprimés, une ampliation de l'arrêté ministériel précité, à laquelle sera annexé un exemplaire imprimé de la description et des dessins déposés, sera expédiée au demandeur; à partir du jour de cette expédition, la description et les dessins imprimés pourront être consultés à l'Office national de la propriété industrielle, conformément à l'article 23 de la loi du 5 juillet 1844.

3. Le titulaire du brevet aura un délai de trois mois, à dater de la remise de cette ampliation, pour signaler à l'Office national de la propriété industrielle les erreurs ou inexactitudes qui auraient pu se produire dans l'impression de sa description ou de ses dessins; passé ce délai, aucune réclamation ne sera admise.

Art. 11. — Quand le demandeur voudra que la délivrance de son brevet d'invention ou de son certificat d'addition n'ait lieu qu'un an après le jour du dépôt de sa demande conformément au paragraphe 7 de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902, cette réquisition devra être formulée d'une façon expresse et formelle dans la demande: elle devra, en outre, être reproduite sur l'enveloppe visée par le troisième alinéa de l'article 7 du présent arrêté et signée par le demandeur ou son mandataire.

Art. 12. — Si, avant la publication de son brevet ou certificat d'addition, le demandeur désire obtenir une copie officielle de la description déposée par lui, il devra en faire la demande sur papier timbré et produire en même temps un récépissé constatant le versement de la taxe de 25 fr fixée par la loi.

Les frais de dessin, s'il y a lieu, seront à la charge de l'impétrant.

Art. 13. — Le prix de vente de chaque fascicule imprimé des descriptions et dessins des brevets d'invention et certificats d'addition est fixé à 1 fr.

Art. 14. — Les présentes dispositions seront applicables aux demandes de brevets d'invention dont le dépôt sera effectué à partir de ce jour, sauf en ce qui concerne les restrictions relatives à l'étendue des descriptions et au nombre des planches de dessins qui ne deviendront obligatoires qu'à partir du 1er octobre 1902.

Dispositions transitoires. — *Art.* 15. — 1. Jusqu'au 1er janvier 1903, et par mesure provisoire, les descriptions et les dessins qui ne seraient point exécutés dans les conditions prescrites par le présent arrêté seront renvoyés au demandeur avec invitation d'avoir à fournir de nouvelles pièces régulières dans le délai d'un mois.

2. Il ne pourra être apporté aux descriptions et dessins aucune modification qui serait de nature à augmenter l'étendue et la portée des inventions.

3. Un exemplaire conservé par l'Office national de la propriété industrielle servira à vérifier la concordance entre les documents successivement produits.

4. Dans le cas où le déposant ne répondrait pas audit avis dans le délai imparti, la demande de brevet d'invention ou de certificat d'addition sera rejetée conformément à l'article 12 de la loi du 5 juillet 1844.

5. En cas de nécessité justifiée, le délai accordé au déposant pourra être augmenté sur sa demande.

Art. 16. — L'arrêté ministériel du 3 septembre 1901 est abrogé, sous la réserve de l'application de la disposition finale de l'article 14 du présent arrêté.

Art. 17. — Le directeur de l'Office national de la propriété industrielle est chargé d'assurer l'exécution du présent arrêté.

Pour éviter toute perte de temps, nous prions nos lecteurs de vouloir bien adresser toutes les communications concernant la Rédaction à M. É. HOSPITALIER, 87, boulevard Saint-Michel, et toutes celles relatives à l'Administration, 9, rue de Fleurus, Paris.



SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 13 mai 1902.

Présents : MM. *Bardon, Bénard, Berne, Boistel, Eschwege, Geoffroy, Javaux, Laffargue, Larnaude, De Loménie, Meyer-May, Mildé, E. Sartiaux, De Tavernier et Zetter.*

Excusés : MM. *Chaussenot, Hillairet, Portevin, Radiguet, Ribourt et Vedovelli.*

Admissions. — MM. *Cahen* (Émile), Ingénieur des Manufactures de l'État, Administrateur délégué de la Compagnie des Tréfileries du Havre, 8, rue Marguerite, à Paris (XVII[e]); *Grellou* (Alfred-Eugène), Directeur-associé, Gérant de la maison L. François, A. Grellou et C[ie], 43, rue des Entrepreneurs, à Paris (XV[e]); *Grosselin* (Joseph), représentant de la Société française des câbles électriques, 26, rue Godot-de-Mauroy, à Paris (IX[e]); *Turenne* (Émile-Léon-Paul), de la maison Barbier, Bénard et Turenne, constructeurs de phares, 82, rue Curial, à Paris (XIX[e]).

Vérification des taxes de contributions. — M. le Président fait connaître qu'il a reçu de M. Beau une lettre, demandant s'il existe au Syndicat un service de vérification des taxes de contributions directes. La 5[e] Commission a été saisie de la question et M. De Loménie, Président, rend compte de l'opinion qui s'est faite au sein de la Commission au sujet de cette communication.

M. Grivel fait des objections sur le projet d'un service organisé dans ce but par le Syndicat. M. De Loménie expose, au contraire, les raisons qui militent en faveur de cette création.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Javaux, De Loménie, Meyer-May, De Tavernier, la Chambre charge la 5[e] Commission de présenter une liste de spécialistes destinés à constituer un Comité consultatif du Syndicat.

Tarifs de chemins de fer. — M. De Loménie rend compte que la 5[e] Commission a eu à s'occuper, à la suite d'un rapport de M. Grivel, des questions traitées au Congrès de la Mutuelle-Transports. La Commission s'est demandé si les études de la Mutuelle-Transports ne pouvaient pas être complétées en ce qui concerne spécialement l'industrie électrique. M. Grivel expose les motifs qui, selon lui, doivent décider le Syndicat à agir directement et indépendamment de la Mutuelle-Transports.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. De Tavernier, E. Sartiaux, Meyer-May, etc., la Chambre décide d'imprimer dans le bulletin mensuel un avis destiné à solliciter des membres adhérents du Syndicat les observations qu'ils pourraient avoir à faire sur les tarifs des transports de chemins de fer, les colis postaux, etc.

Ces demandes seront transmises à la 5[e] Commission pour les examiner et pour faire, s'il y a lieu, auprès des Compagnies de chemins de fer les démarches utiles.

Réimpression d'une brochure contenant des documents officiels. — M. De Loménie expose que la 5[e] Commission a eu à étudier la composition de la brochure dont la réimpression a été décidée et qui contient le texte de la loi du 25 juin 1895 et des circulaires qui l'ont suivie; il donne la nomenclature des documents que la Commission propose de comprendre dans le fascicule en question. La Chambre adopte ces propositions, en principe, et charge M. E. Sartiaux de préparer l'impression de la brochure dans les conditions indiquées à la suite de la discussion sur cette question.

Extension des attributions du Bureau de contrôle des installations électriques. — M. De Loménie fait connaître, au nom du Syndicat des tramways, et suivant la mission que lui a donnée la 5[e] Commission, l'intérêt qu'il y aurait à charger le Bureau de contrôle de faire, au nom de la Chambre, les constatations de bon fonctionnement ou d'isolement des installations électriques dépendant des tramways. Il fonctionnerait, à ce point de vue, dans les mêmes conditions que les Associations de propriétaires d'appareils à vapeur pour les machines et chaudières. La Chambre décide de renvoyer cette question à l'examen de la Commission du Bureau de contrôle.

Série de prix de la Société centrale des architectes. — M. le Président fait connaître le résultat des travaux de la Commission chargée d'examiner les modifications à apporter à la série de prix de la Société centrale des architectes.

Les démarches seront faites en vue de faire adopter les modifications proposées par la Commission.

École pratique d'ouvriers électriciens. — M. le Président rend compte qu'à la suite d'une démarche faite auprès des donateurs qui ont contribué, par des subventions de diverses importances, à la fondation du Bureau de contrôle, ces donateurs ont approuvé la destination que la Chambre comptait donner aux fonds qui lui avaient été confiés.

Dans ces conditions, il semble que plus rien ne s'oppose à poursuivre l'étude de l'organisation et de l'installation de l'École. M. le Président propose d'en charger la Commission spéciale.

Cette proposition est adoptée.

Affaires diverses. — A la suite d'une demande de l'Union des industries métallurgiques et minières, la Chambre nomme M. E. Sartiaux pour faire partie du Comité de l'Association française pour la protection de la propriété industrielle, qui doit étudier la modification de la loi de 1844 sur les brevets d'invention.

M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Geoffroy, Président de la 3[e] Commission, proposant de faire une démarche auprès de M. le ministre du Commerce, pour obtenir la faculté de prolonger de deux heures, pendant 60 jours par an, pour les mois de septembre et d'octobre, le travail dans les manufactures et usines.

La Chambre charge le Président de faire une démarche dans ce sens auprès de M. le ministre.

La Chambre approuve l'augmentation de salaire proposée pour l'employé chargé de l'entretien des bureaux du siège social.

La Chambre vote une subvention de 500 fr pour diverses récompenses à attribuer aux ouvriers méritants des cours de M. Laffargue.

M. le Président fait connaître qu'il a reçu de M. Burgunder un rapport sur les conséquences qui résultent pour les constructeurs d'appareils téléphoniques de l'application du Décret du 7 mai 1901.

Ce rapport est renvoyé à l'examen de la 4[e] Commission.



BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

316165. — **Lecoq.** — *Compensateur de tension électrique* (22 novembre 1901).

316236. — **Bourdil.** — *Machines dynamo et magnéto-électriques sans entrefer* (25 novembre 1901).

316195. — **Immich.** — *Conducteur terrestre pour paratonnerres* (23 novembre 1901).

316214. — **Kennedy.** — *Compteur d'énergie électrique* (25 novembre 1901).

316091. — **Guedon.** — *Perfectionnements à l'emploi des solénoïdes* (19 novembre 1901).

316122. — **Bremer.** — *Procédé pour provoquer par le courant électrique des déplacements ou échanges atomiques* (21 novembre 1901).

316151. — **Gardner.** — *Perfectionnements dans les moyens employés pour produire une action à distance* (22 novembre 1901).

316295. — **Justice.** — *Perfectionnements dans les appareils électriques comprenant des instruments téléphoniques ou autres* (26 novembre 1901).

316263. — **Lebaupin.** — *Nouvelle bobine d'induction pouvant servir à l'allumage du mélange gazeux dans les moteurs à explosions et à tous autres usages* (26 novembre 1901).

316264. — **Mica Insulator Company.** — *Perfectionnements dans la fabrication des matières isolantes* (26 novembre 1901).

316281. — **Lespagnol et Meriguet.** — *Accumulateur électrique perfectionné* (26 novembre 1901).

316400. — **Rateau.** — *Perfectionnements à la ventilation des machines électriques* (30 novembre 1901).

316461. — **Routin.** — *Régulateur électro-mécanique* (23 novembre 1901).

346314. — **Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils.** — *Perfectionnements dans les compteurs d'électricité* (27 novembre 1901).

316333. — **Cheatham et Stewart.** — *Mécanisme protecteur pour systèmes de distribution électrique à haute tension* (28 novembre 1901).

316265. — **Fleming.** — *Perfectionnements aux globes ou cloches pour lampes électriques à incandescence* (26 novembre 1901).

316342. — **Campiche.** — *Mécanisme pour horloge électrique réceptrice* (28 novembre 1901).

316351. — **Marche.** — *Dynamo d'allumage pour moteurs à explosions* (28 novembre 1901).

316392. — **Merl.** — *Appareil électro-automatique servant à allumer et à éteindre à une distance quelconque des becs de gaz alimentés soit de gaz ordinaire, soit de gaz comprimé* (30 novembre 1901).

316395. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Régulateur pour pompes à air* (30 novembre 1901).

316428. — **Société Aktiengesellschaft Brown Boveri et Cie.** — *Perfectionnements du système magnétique des machines dynamo-électriques, système C. E. L. Brown* (30 novembre 1901).

316450. — **Rosee d'Infreville.** — *Perfectionnements dans les piles électriques* (2 décembre 1901).

316517. — **Biessy.** — *Régularisation des courants et économie d'énergie électrique* (3 décembre 1901).

316527. — **Everett.** — *Perfectionnements apportés aux dynamos et moteurs électriques* (4 décembre 1901).

316449. — **Soulat.** — *Compteur d'électricité à paiement préalable* (2 décembre 1901).

316474. — **Sachs.** — *Bouchons fusibles pour coupe-circuits* (3 décembre 1901).

316416. — **Société Anonyme La Lampe Hollub.** — *Nouveau dispositif de fixation des lampes à incandescence* (30 novembre 1901).

316431. — **Compagnie générale de constructions électriques.** — *Appareil de démarrage pour moteurs électriques* (30 novembre 1901).

316497. — **Société Italiana di Elettricita Gia Cruto.** — *Nouveau système de lampe électrique à incandescence avec attache mobile* (3 décembre 1901).

316498. — **Société Italiana di Elettricita Gia Cruto.** — *Perfectionnements dans les lampes électriques à incandescence ayant la partie en verre démontable de l'attache* (3 décembre 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie parisienne de force motrice (*suite et fin*). — Le Conseil d'administration est investi des pouvoirs les plus étendus pour la gestion et l'administration des affaires de la Société sans aucune limitation ni réserve. Il autorise toutes les opérations de la Société et notamment : toutes acquisitions, ventes, emphytéoses, soit comme preneur, soit comme bailleur, et tous échanges de biens meubles et immeubles, droits mobiliers et immobiliers avec ou sans soulte; tous baux et locations acceptés par la Société ou consentis par elle, le tout à court ou à long terme, des mêmes biens et droits, avec ou sans promesse de vente; toutes réalisations de biens meubles ou immeubles par voie d'apport en Société ou autrement; toutes antériorités sur tous droits privilégiés ou hypothécaires et dans l'effet de toutes inscriptions; tous cautionnements avec ou sans solidarité ou limitation et avec ou sans discussion; tous prêts ou avances, tous emprunts par engagements directs ou ouverture de crédit, avec ou sans amortissement, pour les sommes que le Conseil détermine; toutefois l'émission d'obligations ne peut avoir lieu qu'avec l'autorisation de l'Assemblée générale ordinaire ou extraordinaire des actionnaires conformément aux prescriptions indiquées plus haut; toutes constitutions d'hypothèques ou de privilège sur les biens sociaux; toutes antichrèses, tous gages et autres garanties; tous traités, marchés, devis, soumissions et entreprises à forfait ou autrement; toutes participations directes ou indirectes dans toutes opérations immobilières et mobilières; tous transferts et conversions de rente sur l'État, actions de la Banque de France, effets publics et autres valeurs françaises et étrangères; tous retraits et emplois de fonds.

Il règle l'emploi des réserves, lesquelles pourront être employées même en obligations de la Société et qui, dans ce

cas, devront être amorties et annulées; tous désistements de privilèges, hypothèques ou actions résolutoires, abandons de droits réels et personnels, mainlevées d'inscriptions, saisies et mentions, subrogations oppositions même sans paiement; tous transports et cessions de créances et prix d'immeubles avec ou sans garantie, ainsi que toute prolongation de délai; tous compromis ou transactions sur les affaires de la Société.

Il demande et accepte toutes concessions et contracte à l'occasion de ces opérations tous engagements et obligations; il prend et accepte toutes participations dans les entreprises et affaires se rattachant à l'objet de la Société; il est autorisé à acquérir ou souscrire tous droits quelconques dans toutes affaires ou Sociétés industrielles, commerciales ou civiles se rattachant à l'objet de la Société ou pour placements de fonds disponibles. Il fait à tous particuliers, sociétés constituées ou en formation, soit la vente, soit l'apport des concessions accordées à la Société; il accepte en rémunération des espèces, des actions libérées, des parts de fondateurs ou autres valeurs, ou fait des apports gratuitement.

Il accepte tous apports qui seraient proposés à la Société sauf confirmation par l'assemblée générale, il forme des sociétés pour l'exploitation par voie d'affermage ou autres, de toutes concessions.

Il signe tous billets, traites, lettres de change, mandats sur le Trésor, la Banque de France, la caisse des Dépôts et consignations et toutes autres caisses ou particulières; il touche et paie toutes sommes et créances en principal, intérêt, frais et accessoires, tous mandats, effets et billets.

Il fait ouvrir tous comptes courants et autres à la Banque de France, dans tous autres établissements financiers et chez tous banquiers.

Il décide l'établissement de bureaux, agences et succursales en tous endroits compris dans la sphère d'opération de la Société. Il nomme et révoque tous mandataires, employés ou agents, détermine leurs attributions, traitements, salaires et gratifications.

Il arrête le bilan et les comptes qui doivent être soumis à l'Assemblée générale des actionnaires, fait un rapport sur ces comptes et sur la situation des affaires sociales. Il propose la fixation des dividendes.

Il soumet à l'Assemblée générale les propositions d'augmentation du capital social, de modification aux statuts, de prolongation, et le cas échéant, de dissolution anticipée de la Société et fusion avec d'autres sociétés.

Enfin, il représente la Société en justice tant en demandant qu'en défendant et c'est à sa requête ou contre lui que doivent être intentées toutes actions judiciaires.

Les énonciations qui précèdent sont purement indicatives et ne peuvent apporter aucune restriction aux pouvoirs généraux et absolus du Conseil d'administration.

Le Conseil d'administration aura le droit de déléguer tout ou partie de ses pouvoirs à un de ses membres, qui prendra le titre d'administrateur délégué, et les services de cet administrateur seront définis et rétribués, aux conditions déterminées par le Conseil; ces rétributions, soit fixes soit proportionnelles, seront portées aux frais généraux.

Le Conseil d'administration pourra choisir, soit parmi ses membres, soit en dehors d'eux, et même en dehors de la Société, un ou plusieurs directeurs, un ou plusieurs mandataires, salariés ou non, et dont il sera responsable envers la Société dans les limites fixées par la loi du 24 juillet 1867. Il en détermine les pouvoirs spéciaux et les attributions et fixe leurs rémunérations, soit fixes, soit proportionnelles, qui seront portées aux frais généraux. Il peut les révoquer. Il peut également constituer un Conseil de direction composé de quatre administrateurs au maximum.

Le Conseil peut aussi conférer des pouvoirs à telle personne que bon lui semble par mandat spécial et pour des objets déterminés.

Les membres du Conseil d'administration ne contractent, à raison de leur gestion, aucune obligation personnelle ni solidaire relativement aux engagements de la Société. Ils ne répondent que de l'exécution de leur mandat.

Le Conseil d'administration reçoit des jetons de présence dont la valeur fixée par l'Assemblée générale reste maintenue jusqu'à décision contraire et qu'il répartit entre ses membres de la façon qu'il juge convenable. Ces jetons de présence sont indépendants de la part de bénéfices qui est accordée au Conseil par l'article 46 des statuts et des émoluments qui peuvent être attribués aux administrateurs délégués.

Les administrateurs de la Société ne peuvent faire avec elle aucun marché ou entreprise, sans y avoir été autorisés au préalable par l'Assemblée générale des actionnaires conformément à l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867.

Chaque année il est rendu compte à l'Assemblée générale de l'exécution des marchés et entreprises qu'elle aura ainsi autorisés. Mais il est facultatif aux administrateurs de s'engager avec la Société envers des tiers, et ils peuvent, dans toute opération de la Société, être participants sans solidarité avec elle.

Il est nommé chaque année par l'Assemblée générale un ou plusieurs commissaires, actionnaires ou non, conformément à l'article 32 de la loi du 24 juillet 1867. Si l'Assemblée générale nomme plusieurs commissaires, un seul d'entre eux pourra opérer en cas d'empêchement des autres. Les commissaires exercent la mission de vérification et de surveillance et ont les attributions que confère la loi précitée. Les commissaires reçoivent une rémunération dont le chiffre prélevé sur les frais généraux est fixé par l'Assemblée et reste maintenu jusqu'à décision contraire.

L'Assemblée générale se compose de tous les actionnaires possédant au moins 25 actions libérées des versements appelés, sauf les exceptions mentionnées plus loin. Tous propriétaires d'un nombre d'actions inférieur à 25 pourront se réunir pour former le nombre nécessaire et se faire représenter par l'un d'eux.

Les propriétaires d'actions au porteur ayant droit de faire partie de l'Assemblée doivent déposer leurs titres et ceux de leurs commettants cinq jours au moins avant la réunion, au siège social ou dans tout autre lieu désigné par le Conseil. Toutefois, le Conseil aura toujours, s'il le juge convenable, la faculté de réduire ce délai et d'accepter les dépôts en dehors de cette limite.

Il est donné un récépissé nominatif du dépôt qui sert de carte d'entrée à l'Assemblée générale.

Les propriétaires de titres nominatifs sont dispensés du dépôt, mais ils doivent, pour avoir droit d'assister à l'Assemblée générale être inscrits sur les registres de la Société quinze jours au moins avant la date de la réunion.

Nul ne peut se faire représenter à l'Assemblée que par un mandataire membre lui-même de l'Assemblée. Cependant peuvent y être représentés : les femmes mariées par leurs maris, s'ils ont l'administration de leurs droits et actions; les mineurs et interdits, par leurs tuteurs; les nus propriétaires, par les usufruitiers; les Sociétés en nom collectif, par l'un des associés; les Sociétés en commandite simple ou par actions, par le gérant; les Sociétés anonymes, communautés et établissements publics par un de leurs administrateurs pourvu d'un pouvoir suffisant; sans qu'il soit nécessaire que le mari, le tuteur, l'associé en nom collectif, le gérant ou l'administrateur soit personnellement actionnaire.

Les Assemblées qui auraient à délibérer sur les objets mentionnés plus loin ne sont régulièrement constituées et ne délibèrent valablement, conformément à l'article 31 de la loi du 24 juillet 1867, qu'autant qu'elles sont composées d'un nombre d'actionnaires représentant au moins la moitié du capital social.

Toutefois, si une première assemblée ne réunit pas la

moitié du capital social, on doit recourir à une deuxième assemblée à laquelle sont appelés les actionnaires propriétaires de 5 actions au moins, en les convoquant par un nouvel avis au moins dix jours avant la réunion. Cette deuxième assemblée ne délibère elle-même valablement que si la moitié du capital social y est représentée. Dans cette assemblée, tout actionnaire a autant de voix qu'il possède d'actions, soit comme propriétaire soit comme mandataire. Par exception, en cas d'augmentation du capital, les assemblées qui auraient à statuer sur la reconnaissance de la sincérité de la déclaration de souscription et de versement ou sur l'approbation des rapports des commissaires pour apprécier ces apports en nature et sur les modifications des statuts qui en seraient la conséquence, pourront être convoquées par un avis publié dans un journal d'annonces légales de Paris, six jours à l'avance.

Tout actionnaire a le droit d'assister à ces dernières assemblées et y a autant de voix qu'il possède d'actions soit comme propriétaire, soit comme mandataire, sans toutefois avoir plus de 10 voix,

Les délibérations sont prises à la majorité des voix des membres présents. Chaque membre de l'Assemblée a autant de voix qu'il possède actions, soit comme propriétaire soit comme mandataire, sous réserve toutefois des exceptions mentionnées aux articles 37 et 51 des statuts.

Les votes sont exprimés à mains levées à moins que le scrutin secret ne soit réclamé par dix membres au moins présents à l'assemblée.

L'assemblée générale peut, en réunion extraordinaire, après rapport du conseil, apporter aux statuts toutes modifications utiles. Elle peut notamment décider et autoriser :

Le changement de dénomination de la Société; l'extension ou la restriction des opérations sociales; la prorogation de la durée de la société ou sa dissolution anticipée; l'augmentation ou la réduction du capital social, sa division en actions d'un taux nominal différent; la fusion ou l'annexion de la société avec toutes autres sociétés créées ou à créer. La cession sous une forme quelconque de tout ou partie de l'actif mobilier ou immobilier de la société; la transformation de la société en société de toute autre forme, française ou étrangère.

Les modifications peuvent même porter sur l'objet de la société, mais sans pouvoir le changer complètement ou l'altérer dans son essence.

Dans ces divers cas, les convocations sont faites et la délibération a lieu en conformité des dispositions des articles 35, 37 et 40 des statuts.

L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre.

Le premier exercice comprendra le temps à courir du jour de la constitution de la société au 31 décembre de l'année suivante.

Chaque semestre un état sommaire résumant la situation active et passive de la société est dressé par les soins du Conseil d'administration. Cet état est mis à la disposition des commissaires.

Il est en outre établi chaque année un inventaire contenant l'indication des valeurs mobilières et immobilières et de toutes les dettes actives ou passives de la société. Dans cet inventaire, le Conseil détermine l'amortissement industriel qu'il juge utile de faire subir aux biens et valeurs de la Société.

L'inventaire, le bilan et le compte de profits et pertes sont mis à la disposition des commissaires le quarantième jour au plus tard avant l'assemblée générale. Ils sont présentés à cette assemblée.

Les produits de l'exploitation, déduction faite de tous frais, de toutes charges et de tous amortissements industriels, proposés par le Conseil et approuvés par l'assemblée générale des actionnaires, constitue les bénéfices nets.

Il est prélevé chaque année sur ces bénéfices nets :

1° 5 pour 100 de ces bénéfices pour la constitution d'un fonds de réserve prévu par la loi.

2° Sur la proposition du Conseil d'administration, la somme nécessaire à l'amortissement du fonds social calculée de telle sorte que le capital soit complètement amorti, à l'expiration de la Société, par annuités régulières.

Si les bénéfices d'une année ne permettaient pas le remboursement de tout ou partie de l'annuité prévue ci-dessus, la différence non remboursée serait prélevée sur les bénéfices des exercices suivants jusqu'à complets paiements. C'est-à-dire qu'aucun bénéfice ne peut être distribué sans que cette annuité ait été payée chaque année.

3° La somme nécessaire pour servir aux actions non amorties, un intérêt de 5 pour 100 par an. Si les bénéfices d'une année ne permettaient pas ce paiement, les actionnaires ne pourraient pas le réclamer sur les bénéfices des années subséquentes. Le surplus après prélèvement, s'il y a lieu, de la part qui pourrait revenir à la ville de Paris, conformément à l'article 10 de la concession dont il est question dans l'apport de M. Mildé, ou qui pourrait revenir à toute autre autorité concédante en vertu de concessions nouvelles dont la Société pourrait devenir bénéficiaire par la suite, sera partagé comme suit :

1° 10 pour 100 au conseil d'administration ;

2° 30 pour 100 aux parts bénéficiaires ;

3° 60 pour 100 à la disposition de l'assemblée générale chargée de statuer sur la répartition qui lui sera proposée par le Conseil, à l'effet de constituer un fonds de prévoyance pour faire face aux dépenses extraordinaires et aux imprévus, et de distribuer un dividende supplémentaire aux actions de capital ou de jouissance.

La désignation des actions à amortir, conformément aux dispositions citées ci-dessus, a lieu au moyen d'un tirage au sort, qui se fait annuellement aux époques et suivant les formes déterminées par le conseil d'administration. Les numéros des actions désignées par le sort sont publiés par un des journaux d'annonces légales de Paris.

Les propriétaires des actions désignées par le tirage au sort pour le remboursement, recevront en numéraire :

1° Le capital effectivement versé sur leurs actions; 2° les intérêts et dividendes échus à l'époque fixée pour le remboursement.

Les actions ainsi remboursées seront remplacées par des actions de jouissance qui ne recevront pas d'intérêts, mais participeront au dividende en part égale avec les actions de capital et qui au point de vue des assemblées générales jouiront des mêmes droits que les actions de capital.

Le fonds de réserve légale se compose de l'accumulation des sommes produites par le prélèvement du vingtième à opérer sur les bénéfices nets.

Lorsqu'il aura atteint le dixième du capital social, le prélèvement affecté à sa formation pourra cesser de lui profiter en vertu d'une décision du conseil d'administration; mais le prélèvement redeviendrait obligatoire si la réserve venait à être entamée.

Les pertes extraordinaires du capital peuvent se prendre sur le fonds de réserve, mais il n'en est disposé qu'avec l'autorisation de l'assemblée générale.

L'assemblée générale extraordinaire peut, notamment pour faciliter le cas de cession, annexion et fusion, prononcer à toute époque la dissolution de la Société.

En cas de perte des trois quarts du capital social, les administrateurs convoquent l'assemblée générale à l'effet de statuer sur la question de savoir s'il y a lieu de prononcer la dissolution de la Société. Tout actionnaire a le droit d'assister à l'assemblée et a autant de voix qu'il possède d'actions, soit comme propriétaire, soit comme mandataire. La résolution de l'assemblée est dans tous les cas rendue publique au moyen

du dépôt et de l'insertion prescrits par les articles 55 et 56 de la loi du 24 juillet 1867.

A défaut par le conseil d'administration de réunir l'assemblée générale en cas de perte des trois quarts du capital social, la convocation est faite par le ou les commissaires. Dans le même cas, tout actionnaire peut, sans attendre la convocation de l'assemblée, demander la dissolution de la Société devant les tribunaux.

A l'expiration de la Société ou en cas de dissolution anticipée, l'assemblée générale, sur la proposition du conseil d'administration, règle le mode de liquidation et nomme le ou les liquidateurs dont un au moins sera choisi parmi les membres du conseil en exercice au moment de la dissolution de la société.

Pendant le cours de la liquidation, les pouvoirs de l'assemblée générale continuent comme pendant l'existence de la Société; elle approuve les comptes de la liquidation et donne décharge aux liquidateurs.

Les liquidateurs ont mission et pouvoirs de réaliser, même à l'amiable, tout l'actif mobilier et immobilier de la Société et d'éteindre le passif; en outre, avec l'autorisation de l'assemblée générale et aux conditions fixées et acceptées par elle, ils peuvent faire le transport ou la cession à tout particulier ou à toute Société, soit par moyen d'apport, soit autrement, de tout ou partie des droits et obligations de la Société dissoute.

Toutes les valeurs provenant de la liquidation, après l'extinction du passif, serviront d'abord à rembourser aux actionnaires le capital réalisé et non amorti.

Le surplus constituant le bénéfice de la liquidation sera réparti conformément à l'article 46 des statuts.

Le 18 décembre 1901 a été tenue la première assemblée constitutive de la Société, qui a reconnu sincère et véritable la déclaration de souscription et de versement faite par M. Mildé, fondateur de la Compagnie Parisienne de Force Motrice, et nommé M. Louis Chardeyron, commissaire chargé de faire un rapport, conformément à la loi, sur la valeur des apports en nature faits par M. Mildé à la Société en formation, sur les attributions stipulées à son profit, ainsi que sur les autres avantages particuliers résultant des statuts.

Le 30 décembre 1901 s'est tenue la deuxième assemblée constitutive de la Société, qui, après avoir entendu la lecture du rapport de M. Chardeyron, commissaire, a adopté les conclusions de ce rapport, puis a nommé comme premiers administrateurs :

MM. Hippolyte Fontaine, Édouard Clémançon, Charles Faroux, Claude Grivolas et Georges Pellissier; ainsi que M. Louis Chardeyron pour remplir les fonctions de commissaire des comptes.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie des Eaux et de l'Électricité de l'Indo-Chine. — Les comptes présentés aux actionnaires concernaient la période écoulée entre la constitution de la Société, le 2 avril 1900 et le 30 juin 1901, soit une période de quinze mois.

La Compagnie est concessionnaire des services municipaux suivants :

1° Eaux de la ville de Saïgon. — Concession de vingt années finissant le 15 mai 1917. La ville de Saïgon s'est engagée à payer une annuité de 162 000 fr pendant toute la durée de la concession.

2° Eaux de la ville de Cholon. — Concession de vingt années finissant le 3 septembre 1920. Annuité de 280 000 fr à payer par la colonie de la Cochinchine.

3° Eaux et électricité de la ville de Pnom-Penh. — Concession de vingt-cinq années finissant le 9 décembre 1925. Recette totale annuelle comprenant :

Annuité pour le service des eaux	240 000 fr.
Garantie d'un minimum de recettes pour l'éclairage public par l'électricité	88 650
Plus-value de recettes au delà du minimum évaluée d'après la recette moyenne mensuelle obtenue à l'usine de Pnom Penh après sept mois de mise en marche	34 398
Total	363 048 fr.

La Compagnie se trouve donc assurée pour chaque exercice d'une recette brute de

A Saïgon	162 000 fr.
A Cholon	280 000
A Pnom-Penh	363 000
Total	705 000 fr.

soit 175 000 fr de plus que pour le premier exercice, dont les recettes se sont élevées à 629 500 fr, et les bénéfices de l'exploitation à 394 795 fr. Il faut noter cependant que la mise en exploitation des usines a commencé assez tard dans l'exercice.

Le Conseil a pu ainsi faire entrevoir aux actionnaires pour l'exercice suivant la distribution d'un dividende supérieur au premier, tout en opérant des prélèvements importants pour constitution de réserves et amortissements.

BILAN AU 30 JUIN 1901

Actif.

Caisse	2 520,01 fr.
Banque	150 088,67
Mensualités échues	137 020,80
Débiteurs divers	50 696,67
Usine des eaux de Saïgon; — de Cholon; — et électrique de Pnom-Penh	4 800 000,00
Marchandises, matériel et outillage	361 421,45
Mobilier Paris	1 000,00
Frais de constitution	15 000,00
Prime de remboursement des obligations émises à 416 fr	504 000,00
Total	6 001 747,60 fr.

Passif.

Capital-actions	2 500 000,00 fr.
Obligations (6000)	3 000 000,00
Créditeurs divers	117 939,99
Intérêts des obligations payables le 1er octobre 1901	33 750,00
Amortissement de 190 obligations le 1er avril 1902	27 740,00
Réserve en prévision de l'augmentation de l'usine de Pnom-Penh	66 600,00
Profits et pertes	255 697,61
Total	6 001 747,60 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Total des recettes	629 590,52 fr.
Total des dépenses (frais généraux, coupons)	234 797,43
Bénéfices de l'exploitation	394 793,09 fr.
Intérêts des obligations et amortissements divers	139 095,48
Bénéfices à répartir	255 697,61 fr.
Comme suit :	
5 pour 100 réserve légale	12 784,88 fr.
Dividende de 35 fr	175 000,00
Réserve spéciale statutaire de prévoyance et d'amortissement des actions	60 000,00
Au Conseil d'administration	5 791,27
A reporter au prochain exercice	2 121,46
Total	255 697,61 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

48 254. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 252. 25 Juin 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

REDACTION — É. HOSPITALIER, 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89

ABONNEMENTS — Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.

ADMINISTRATION — 9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Conditions de fonctionnement des lampes Nernst, type 1902. — Le *Physikalisch-Technische Reichanstalt* vient d'effectuer, pour l'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft*, de Berlin, des essais de lampes Nernst, modèle 1902, les unes avec un bâtonnet droit, les autres, encore à l'étude, avec un filament arqué. Voici les résultats trouvés par le Reichanstalt. Ils se rapportent à des lampes de 220 volts, et représentent la moyenne des essais de 5 lampes, en prenant l'étalon Hefner comme étalon.

DURÉE EN HEURES.	COURANT EN AMPÈRE.	INTENSITÉ LUMINEUSE EN HEFNERS.	DÉCROISSANCE DE L'INTENSITÉ LUMINEUSE EN POUR 100.	CONSOMMATION SPÉCIFIQUE EN WATTS : HEFNER.
Lampes à filament droit.				
0	0,264	33,1	0	1.65
50	0,261	32,4	7,7	1,77
100	0,260	32.5	8,0	1,77
200	0,253	30.1	14,0	1,85
300	0,242	27,5	21,6	1,95
400	0,237	26,5	24,5	1,97
Moyenne .	0,251	30,1	»	1,83
Lampes à filament courbé.				
0	0,259	40,1	0	1.42
50	0,259	36,3	9,5	1,57
100	0,259	38,1	5,0	1,49
200	0,247	34,1	15.0	1,59
300	0,238	33,2	17.2	1.58
400	0.219	27,6	31,0	1,73
Moyenne .	0,245	34,4	»	1,57

Sur les cinq lampes à filament droit, l'un d'eux s'est brisé après 310 heures, un autre après 379 heures; les trois derniers étaient intacts après 400 heures. La vie moyenne correspond à 379 heures. Les spirales d'allumage sont restées en bon état.

Sur les cinq lampes à filament recourbé, l'un d'eux a été brûlé après 150 heures, les quatre autres étaient intacts après 400 heures. La vie moyenne des filaments a été supérieure à

350 heures. Deux spirales d'allumage ont été brisées après des durées respectives de 110 et 395 heures, soit une vie moyenne de 291 heures.

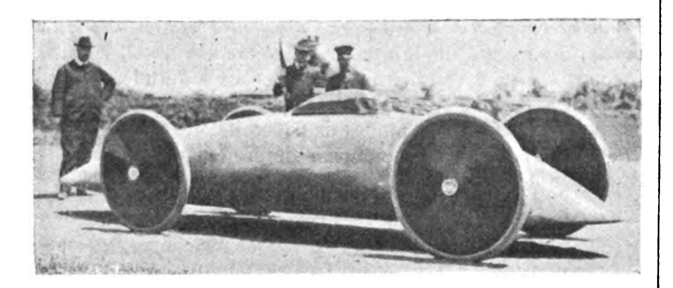
On peut résumer ces résultats en trois chiffres qui caractérisent l'état actuel de la fabrication des lampes Nernst :

Une lampe Nernst de 30 à 35 bougies, 220 volts, peut durer 300 heures avec une baisse de lumière graduelle d'environ 20 pour 100 et une consommation spécifique moyenne de 1,8 watt par Hefner, correspondant, à cause de la différence des étalons, à 2 watts par bougie décimale.

Ces chiffres sont supérieurs à ceux des lampes à incandescence (3 à 3,5 watts par bougie décimale) et équivalents à ceux des lampes à arc de 6 à 10 ampères munies de leur globe.

Un accident d'électromobile. — Le 29 mai dernier, l'*Automobile Club of America* avait organisé sur le boulevard du Sud, à Staten Island, près de New-York, un concours de vitesse auquel prenaient part un grand nombre de véhicules à moteurs thermiques et électriques. Ce concours avait attiré une grande affluence de curieux, car le bruit courait depuis quelques jours, dans le public spécial des amateurs de ce genre d'épreuves, que M. W.-C. Baker, de la *Motor vehicle Company*, de Cleveland, présenterait une voiture électrique qui, dans des expériences préalables, avait atteint des vitesses de 80 et même 90 miles par heure (128 à 145 km par heure).

Cette voiture pesait 1250 kg et était actionnée par un



moteur électrique de 7 chevaux capable d'en développer 12 pendant quelques minutes.

Les roues égales avaient 30 pouces (90 cm) de diamètre et l'empattement était de 6 pieds (1,82 m). La longueur totale de la carcasse atteignait 4,5 m ; elle affectait la forme d'un cigare, et son enveloppe noire, en toile huilée, lui donnait un aspect des plus singuliers, car les deux voyageurs étaient entièrement dissimulés dans la carapace, ne voyant la route que grâce à un léger dôme en cuir dont la face antérieure portait des fenêtres en mica. La voiture faisait environ 75 miles par heure (120 km par heure) lorsqu'une des roues de gauche se brisa : le véhicule désemparé se ruait alors dans la foule, tuant deux personnes et en blessant un certain nombre. Les deux conducteurs de la voiture, qui avaient eu la présence d'esprit de serrer les freins, furent extraits du véhicule, n'ayant reçu que des contusions sans gravité. Toutes les précautions relatives à la solidité du véhicule paraissaient avoir été bien prises, mais l'enquête révéla que les roues, dissimulées sous une enveloppe de soie huilée, avaient des jantes en bois et des rayons en acier, et paraissaient devoir présenter une résistance mécanique insuffisante, ce que l'expérience a malheureusement prouvé.

A la suite de cet accident, le comité de l'Automobile Club d'Amérique, présidé par M. Shattuck, a décidé de ne plus patronner de courses de vitesse à l'avenir.

La décision prise par l'A. C. A. pourra paraître sévère à quelques-uns : nous nous permettrons de la trouver absolument justifiée, car, nous ne cesserons de le répéter, les courses de vitesse pure conduisent à la construction de voitures qui ne sont que des monstres techniques, tel que la *Jamais-Contente* de Jenatzy, par exemple ; elles donnent, de plus, le goût des vitesses de plus en plus grandes, et comme les engins capables de réaliser ces grandes vitesses sont à la disposition de tous ceux qui peuvent les payer le prix qu'on en demande, le nombre d'amateurs pilotant ces voitures augmente chaque jour, en même temps qu'augmentent les dangers qu'ils font courir aux autres en même temps qu'à eux-mêmes. Les Fournier, les de Knyff et les Farman sont rares, tandis que les mazettes sont légion dans le monde automobile. Est-il admissible qu'un engin pouvant faire du 120 à l'heure soit ainsi à la disposition du premier venu, alors qu'on fait une sélection si sévère pour les mécaniciens de chemins de fer et de tramways? Poser la question, c'est la résoudre.

La traction électrique aux États-Unis. — D'après une statistique récente dressée par notre confrère *Street Railway Journal*, voici comment se répartissaient, à la fin de l'année 1901, les longueurs de lignes et les nombres de voitures de tramways de différents systèmes aux États-Unis.

Longueur des lignes.

	En miles.	En km.
Tramways électriques	22 065	35 100
— à câbles	241	386
— à chevaux	332	532
— divers	400	480
Total	23 036	36 498

Nombre de voitures.

	Motrices ou à grip.	Remorquées.	Total.
Tramways électriques	52 151	10 440	62 591
— à câbles	1 607	36	1 643
— à chevaux	»	1 411	1 411
— divers	400	3 132	3 532
Total			68 777

Ces chiffres comprennent les chemins de fer élevés de New-York (Manhattan et Brooklyn), ainsi que celui de Chicago.

Le capital engagé dans ces exploitations atteint 1 324 000 000 dollars actions, et 1 086 600 000 dollars obligations.

Il est facile de prévoir, d'après ces chiffres, qu'avant quelques années il n'y aura plus, aux États-Unis, une seule ligne de tramways utilisant autre chose que la traction électrique.

Un curieux effet de la température sur les installations électriques à New-York. — Les premiers effets de la chaleur ont été ressentis à New-York pendant la dernière semaine de mai, et ils ont eu, pour les locataires d'un des *Sky-scrappers* du centre de la métropole, une conséquence assez inattendue. Dès que l'élévation de température s'est fait sentir, tous les ventilateurs, petits et grands, installés dans les bureaux de la vaste ruche ont été mis en marche presque au même instant, et la puissance absorbée a été subitement accrue au point qu'il a fallu interrompre le service de deux ascenseurs électriques sur les dix qui sont toujours en fonction pendant les heures les plus chargées de la journée. Ce petit fait montre l'importance que peut prendre le ventilateur électrique comme utilisation de jour pendant l'été dans les pays chauds. Il va sans dire qu'un fait analogue ne saurait se produire en Europe, car aucune installation isolée ne présente un ensemble de ventilateurs en nombre suffisant pour caler une usine, par suite de la demande excessive et immédiate d'énergie électrique pour cette application spéciale.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Arzens (Aude). — *Éclairage.* — La Société anonyme de transport d'énergie, dont le siège social est à Carcassonne (usine hydro-électrique de Saint-Georges), se propose de distribuer l'énergie électrique dans la région; plusieurs localités, Lavalette, Alairac, etc., ont déjà décidé, en principe, d'adopter ce mode d'éclairage. Dans l'intérêt de la commune, le Conseil décide d'en étudier les avantages sans prendre d'engagements.

Bordeaux. — *Éclairage.* — Ainsi que le montrait notre dernière statistique l'éclairage électrique de cette ville était assuré par un grand nombre de Compagnies particulières; tout récemment le Conseil municipal vient de dresser un nouveau cahier des charges général dont nous extrayons les passages principaux :

Les personnes ou Sociétés qui, à une date antérieure à celle du 1er janvier 1902, avaient établi et exploitaient à Bordeaux des stations centrales d'électricité pourront, de convention expresse, continuer, comme par le passé et jusqu'au 30 juin 1934, l'exploitation de leurs usines à Bordeaux, sous la seule réserve de supporter les charges et obligations résultant pour le concessionnaire de l'exécution du présent traité, au point de vue des usines, des canalisations aériennes ou souterraines, des règlements de voirie et des redevances.

La ville de Bordeaux demeure libre de faire tel usage qui lui conviendra de ses stations électriques, ainsi que de conclure, soit avec la Chambre de commerce, soit avec la Compagnie des tramways électriques et omnibus de Bordeaux, toutes conventions ayant pour objet l'éclairage des voies publiques ou des établissements communaux.

Art. 48. — La Compagnie concessionnaire traitera, à ses risques et périls, avec les propriétaires, pour la pose des appareils et supports et le passage des fils sur les immeubles particuliers. Au cas où il serait nécessaire, la ville pourra demander la déclaration d'utilité publique des travaux projetés par la Compagnie, mais elle ne sera jamais responsable d'aucune manière des indemnités à payer aux particuliers ni du refus de déclaration d'utilité publique.

Des supports pourront être établis sur les édifices communaux avec une permission du maire, indépendamment des autres autorisations administratives éventuellement nécessaires.

Art. 51. — La Compagnie devra établir les canalisations susvisées dans le plus bref délai possible, et suivant une méthode d'extension par zones successives, arrêtée d'un commun accord.

Elle devra, en outre, desservir, dans un délai de six mois, après la demande, toutes rues ou places non comprises dans les dites zones et dont les habitants demanderaient l'électricité, dès que la Compagnie sera assurée d'une installation correspondant à une consommation minima de 5 kw-h par an et par mètre de canalisation nouvelle.

Les autres articles relatifs aux canalisations nouvelles, aux permissions de voirie, aux travaux municipaux, à la réglementation de la fourniture de l'électricité, etc., ont été successivement adoptés.

Art. 60. — Dans les rues canalisées, la Compagnie concessionnaire sera tenue de fournir de l'électricité à toute personne qui demandera à contracter un abonnement, et qui se conformera aux règlements concernant la pose des appareils.

Aucun abonnement de trois mois au moins ne pourra être refusé sur toute l'étendue du réseau existant, mais la Compagnie sera en droit d'exiger un cautionnement.

Art. 61. — La livraison de l'électricité sera faite au compteur.

La Société sera maîtresse de ses tarifs, sous la condition de ne pas dépasser les prix suivants qui sont des maxima :

1° Pour l'éclairage, l'énergie électrique sera payée au prix de *huit centimes* l'hectowatt-heure.

2° Pour le chauffage, le transport de force et tous autres emplois, *quatre centimes* l'hectowatt-heure.

Toutefois, la Compagnie est autorisée, à titre d'exception, à traiter de gré à gré avec ceux de ses clients qui préféreraient le mode d'abonnement à forfait ou le mode de tarification.

Faute d'entente amiable sur les conditions de ces forfaits, l'abonnement au compteur serait applicable de droit.

Les prix des compteurs sont ainsi fixés :

Compteur de 500 watts : location, 1,25 fr; entretien, 0,20 fr. Compteur de 1000 watts : location, 1,50 fr; entretien, 0,30 fr. Compteur de 2000 watts : location, 1,75 fr; entretien, 0,40 fr. Compteur de 3000 watts : location 2 fr; entretien, 0,50 fr. Compteur de 5000 watts : location, 2,25 fr; entretien, 0,60 fr. Compteur de 10 000 watts : location, 2,50 fr; entretien, 0,70 fr. Compteur de 15 000 watts : location, 2,75 fr; entretien, 0,80 fr. Compteur de 20 000 watts : location, 3 fr; entretien, 0,90 fr. Compteur de 25 000 watts : location, 3,25 fr; entretien, 1 fr.

Au-dessus de 25 000 watts, les prix seront débattus de gré à gré.

La suite de l'article 63, ainsi libellée, est adoptée :

Les compteurs seront des meilleurs types reconnus et autant que possible à tarification mobile. Ils devront être agréés par l'administration.

Les abonnés pourront les acheter soit au concessionnaire, soit à tout autre fournisseur de leur choix, le concessionnaire devant, même dans ce dernier cas, entretenir ces appareils aux prix indiqués ci-dessus.

La Ville et les abonnés auront le droit de faire faire leur installation intérieure, son entretien ou les modifications jugées utiles, par un entrepreneur de leur choix Ces installations devront satisfaire aux clauses et conditions du règlement établi par la Compagnie et approuvé par l'administration municipale.

Le courant pourra être refusé, à un moment quelconque, à l'abonné dont l'installation sera reconnue défectueuse par un expert agréé par l'administration municipale : les frais d'expertise seront supportés par la partie qui succombera.

Art. 64. — La Compagnie sera tenue de fournir à ceux de ses abonnés qui préféreraient n'en pas faire l'acquisition, des moteurs électriques d'un cheval et au-dessous dont ils auront l'emploi, moyennant les prix de location ci-après, qui comprennent la fourniture et l'installation des moteurs en ne laissant à la charge de l'abonné que les frais d'entretien (nettoyage, graissage, etc.).

1/10 de cheval, 2,50 fr de location par mois; 1/4 de cheval 4 fr; 1/2 cheval, 5,50 fr : 1 cheval, 8 fr.

Art. 65. — La Compagnie concessionnaire s'engage à pourvoir, sur demande, complètement ou partiellement, à l'éclairage électrique des établissements, bâtiments et chantiers municipaux et assimilés. Pour l'installation de cet éclairage, on suivra les règles et prix indiqués pour les particuliers.

L'énergie électrique nécessaire à cet éclairage sera payée *quatre centimes* l'hectowatt-heure.

La Ville pourra, d'ailleurs, être dispensée de placer des compteurs, et, dans ce cas, il sera admis un forfait.

Art. 65. — La Compagnie concessionnaire s'engage, après avoir été prévenue six mois à l'avance, mais toutefois après établissement du réseau correspondant, et sauf en cas de force majeure, à éclairer par l'électricité toutes rues, places ou promenades de la Ville qui lui seraient désignées.

Le prix à payer par la Ville sera de 3 centimes et demi par hectowatt-heure; la dépense d'énergie sera établie d'après la consommation vraie des foyers lumineux.

Les prix fixés : 0,08 et 0,04 fr pour les particuliers, 0,04 et 0,035 fr pour la Ville, sous déduction des rabais résultant de l'ajudication, s'appliquent à une consommation annuelle d'électricité de 2 millions de kilowatts-heure pour le service des particuliers, et à un coût de 24 fr la tonne de charbon Cardiff.

Ces prix varieront d'après une double échelle mobile descendante et ascendante établie sur les bases suivantes :

Pour chaque augmentation de 500 000 kilowatts-heure, le prix de l'hectowatt-heure sera abaissé respectivement, suivant le mode de consommation, d'un quart de centime, un huitième de centime, un dixième de centime.

Pour chaque diminution de 1 fr, sur le coût de la tonne de charbon, le prix de l'hectowatt-heure sera abaissé dans les mêmes proportions.

Les effets de ces deux causes d'abaissement du prix de l'hectowatt-heure seront cumulés, mais ne pourront pas réduire les prix de vente au-dessous de 6 centimes et 3 centimes, qui sont des minima, sauf application des articles 62 et 68.

En cas de hausse du prix des charbons, les prix de vente seront élevés dans les mêmes proportions, mais ils ne pourront jamais dépasser les prix initiaux de 8 centimes, 4 centimes et 3 centimes et demi.

Art. 70. — A partir de la dixième année, si l'emploi pendant deux ans de nouveaux procédés pour la fabrication ou le transport de l'électricité résultant de découvertes nouvelles, avait pour effet un abaissement d'au moins 15 pour 100 du prix de revient, la Compagnie serait tenue de les appliquer et de faire bénéficier les abonnés de la Ville de la moitié de l'économie en résultant, mais seulement un an après l'avertissement donné par cette dernière.

Art. 71. — Le concessionnaire paiera à la ville de Bordeaux, pour indemnité d'occupation des voies publiques par les fils ou câbles aériens ou souterrains, un droit de 12 pour 100 du montant de ses recettes brutes provenant de la vente de l'électricité livrée aux particuliers.

Belfort (Haut-Rhin). — *Traction électrique.* — Les conclusions favorables à l'établissement d'un tramway électrique de la gare de Dasle à la ville de Beaucourt sont adoptées.

Gap. — *Éclairage.* — Dans une séance tenue il y a quelque temps, le Conseil municipal avait décidé de mettre en demeure la Société des gaz du Midi, concessionnaire de l'éclairage de la ville de Gap, de substituer l'éclairage électrique à l'éclairage au gaz en se basant sur les termes de l'article 40 du traité qui lie cette société avec la ville.

En exécution de cette délibération, M. le Maire a adressé à la Société des gaz cette mise en demeure.

Cette société a répondu qu'elle n'admettait pas l'interprétation faite par le Conseil municipal de l'article 40 dont il s'agit, mais qu'elle proposait à la ville de Gap de créer dans cette ville un éclairage mixte (électricité et gaz) et que, si cette dernière acceptait cette proposition, elle se mettrait en mesure de lui fournir les conditions de ce système d'éclairage le plus tôt possible.

Le Conseil, après ces explications, accepte le principe de cet éclairage mixte, se réservant d'émettre un vote définitif après qu'il connaîtra les clauses et conditions du projet qui lui sera soumis par la Société du gaz, se réservant aussi, et enfin dans le cas de non-entente, d'exiger par toutes les voies de droit, la substitution totale de l'éclairage électrique à l'éclairage au gaz.

Contrexéville. — *Éclairage électrique.* — La Société anonyme « Force et Lumière électrique » de Paris, procède aux dernières installations pour éclairer toute la localité de Contrexéville, non seulement pendant la saison d'été, mais pendant toute l'année. La Société ayant consenti des baux à long terme, un grand nombre d'habitants ont adopté le nouveau mode d'éclairage. Les nombreux étrangers qui fréquentent la station balnéaire de Contrexéville y trouveront avec plaisir un nouveau confort.

Montauban. — *Traction électrique.* — Au cours de l'une des dernières séances du Conseil municipal, M. Larroque donne lecture d'une lettre de la Compagnie des trolleys électriques automoteurs, qui étudie en ce moment le tracé de la ligne des tramways électriques qui doivent prochainement desservir Montauban. M. Larroque fait en outre connaître que la Compagnie compte terminer ses travaux d'installation cet été, que le matériel roulant est en fabrication, et que très probablement le prix des places, qui était précédemment fixé à 0,15 fr, sera abaissé à 0,10 fr. Le Conseil prend acte des déclarations de M. Laroque et adopte le tracé proposé.

Pradelles (Haute-Loire). — *Éclairage.* — On annonce comme prochaine l'adjudication d'une usine de distribution d'énergie électrique dans cette ville, la force motrice est hydraulique et la mise à prix est de 34 500 fr.

Rennes. — *Éclairage.* — Une entente est intervenue entre la Compagnie du gaz et la municipalité, pour l'éclairage à l'électricité du théâtre de Rennes.

Par suite de cette entente, la Compagnie du gaz est autorisée à établir, sur les voies dépendant de la voirie municipale, une conduite électrique aérienne ou souterraine, transportant l'énergie électrique de l'usine qui sera située boulevard de La Tour-d'Auvergne, à un transformateur installé à proximité du théâtre. Le transformateur abaissera cette tension de façon à utiliser cette énergie au moyen des appareils d'usage courant. L'autorisation municipale prévoit que toutes les précautions d'isolement devront être prises, que la canalisation soit souterraine ou aérienne. Les câbles aériens devront être placés à 8 m au moins au-dessus du sol, à 1 m des façades et à 0,5 m au-dessus des fenêtres, de façon à éviter tout contact. Les câbles souterrains seront à 60 cm au moins en dessous du sol et parfaitement isolés. L'énergie électrique sera livrée à la ville, aux établissement hospitaliers ou de bienfaisance au prix de 0,60 fr le kw-h.

CORRESPONDANCE

Sur la régularisation du courant électrique fourni par moteurs à gaz.

MONSIEUR LE DIRECTEUR,

Permettez-moi une rectification à votre note au sujet de la régularisation du courant électrique fourni par moteurs à gaz (*L'Industrie électrique*, 10 juin 1902, p. 256). Vous m'attribuez la paternité du procédé. En réalité, ainsi que je l'ai dit à la Société des électriciens, l'idée du procédé et sa réalisation sont dues à M. Girard, directeur de l'usine des Buttes Chaumont.

Suum cuique.

Veuillez agréer, etc. P. LAURIOL.



UN NOUVEAU

RÉCEPTEUR POUR LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

C'est une opinion assez répandue que la télégraphie sans fil est inséparable de l'emploi d'un cohéreur ou radio-conducteur, pour la réception ou la révélation des ondes électromagnétiques à grande distance.

Il n'en est rien cependant, et nous avons passé ici même en revue, d'après une étude faite par un savant italien, M. A. Pochettino, une vingtaine de moyens plus ou moins pratiques pour obtenir ce résultat, à commencer par l'oscillateur de Hertz, antérieur au radio-conducteur de M. Branly, employé le premier par M. Marconi pour réaliser les premières expériences de télégraphie sans fil dans ses premières expériences qui remontent déjà à l'année 1896. Il faut croire que les cohéreurs n'ont pas donné pleine satisfaction à l'inventeur, pas plus que les cohéreurs auto-décohérents et de nombreux autres dispositifs analogues, puisque le jeune inventeur, dans une communication faite le 12 juin dernier, devant la *Royal Institution* de Londres, a fait connaître un nouveau récepteur basé sur un principe absolument différent de celui du cohéreur, et qu'il laisse entrevoir la possibilité d'obtenir, avec le nouvel appareil, des vitesses de transmission qui pourraient atteindre plusieurs centaines de mots par minute.

En ce qui concerne les résultats déjà acquis, M. Marconi a fait remarquer que les signaux cessent d'être perçus à une distance de plus de 1500 km dans le jour, tandis qu'ils se transmettent avec une grande netteté jusqu'à 1551 miles (2870 km) et sont encore perceptibles à 2099 miles (5500 km) pendant la nuit.

Ce phénomène doit être attribué très probablement aux décharges que produit la lumière du jour sur les corps portés à un potentiel élevé.

Voici le principe sur lequel est fondé le nouveau récepteur de télégraphie sans fil de M. Marconi.

Lorsqu'une substance magnétique est soumise à l'action simultanée d'ondes électriques de très grande fréquence et à une force magnétomotrice périodiquement variable, l'hystérésis de la substance magnétique se trouve réduite dans une certaine mesure qui dépend de l'amplitude et de la fréquence des ondes électriques. Sous leur influence, le retard d'aimantation et de désaimantation qui caractérise le phénomène d'hystérésis tend à disparaitre, tandis qu'il persiste tant que la substance magnétique n'est pas soumise à l'action des ondes électromagnétiques de grande fréquence.

Pour utiliser ce phénomène, M. Marconi entoure le noyau magnétique d'une bobine reliée à un téléphone magnétique qui rend ainsi un son plus intense lorsque le noyau est soumis à l'influence des ondes électriques que lorsqu'il ne l'est pas. Le récepteur est constitué par un noyau en fils de fer recourbés en forme de demi-cercle, et entourés d'une bobine traversée par un courant d'intensité constante qui tend à maintenir dans le noyau une aimantation également constante. En faisant tourner un électro-aimant ou un aimant d'un mouvement uniforme au-dessus du noyau de fils de fer, de façon que les pôles nord et sud se présentent alternativement devant les extrémités du noyau. Ceux-ci ajoutent ou retranchent ainsi leur force magnétomotrice à celle du noyau qui se trouve alors soumis à une force magnétomotrice périodiquement variable, mais toujours de même sens. Dans ces conditions, tant qu'il ne se produit pas d'ondes électriques qui réduisent l'hystérésis du système, la force magnéto-motrice variable ainsi créée modifie l'état magnétique du noyau, avec une fréquence correspondant à la rotation de l'aimant, mais dès qu'il existe des ondes électriques dans le milieu, les variations d'aimantation deviennent considérables, et le circuit spécial constitué par la bobine induite et le téléphone est le siège de courants induits qui font rendre un son au téléphone.

M. Marconi a observé que les modifications instantanées de magnétisme produites par les ondes électriques étaient très marquées lorsque les pôles magnétiques s'approchaient du système pour en accroître l'aimantation, moins marquées lorsque le mouvement des pôles produisaient une aimantation décroissante, et nulle lorsque l'aimant est immobile, et que le noyau de fils de fer n'est soumis à aucune variation d'aimantation.

Dans une autre disposition évidemment inspirée à M. Marconi par le télégraphone de M. Poulsen, le noyau de fils de fer est remplacé par des bandes de fils de fer formant un circuit fermé, aimanté par un électro-aimant permanent. Le noyau est remplacé ici par des bandes de fer animés d'un mouvement uniforme à l'aide de deux poulies sur lesquelles elles reposent, comme une courroie, l'une des poulies tournant avec une vitesse uniforme sous l'action d'un mouvement d'horlogerie ou tout autre moteur approprié. Dans ces conditions, la partie des bandes de fer passant dans le champ magnétique est soumise à une aimantation croissante dans la partie qui *pénètre* dans la bobine d'aimantation, et à une aimantation décroissante dans la partie qui *sort* de cette bobine, et cela d'une façon continue. M. Marconi a ainsi créé dans l'espace une région où le fer qui s'y déroule est toujours soumis à une aimantation croissante, et, par suite, le plus sensible aux actions brusquement démagnétisantes des ondes électriques. C'est cette région qu'entoure la bobine induite reliée au téléphone récepteur.

Si l'on en croit M. Marconi, le nouveau récepteur, auquel on ne saurait, en tout cas, refuser un caractère d'originalité très net, serait beaucoup plus sensible et beaucoup plus rapide que le cohéreur ordinaire. On a pu jusqu'ici télégraphier à la vitesse de 35 mots par minute entre Poldhu et Poole en utilisant le téléphone comme appareil récepteur, mais l'inventeur estime qu'il ne serait pas difficile de le transformer en un récepteur à grande vitesse par des moyens qu'il n'indique pas, et dont il réserve sans doute la description pour une nouvelle communication impatiemment attendue. É. H.

L'ÉLECTRICITÉ A L'EXPOSITION DE DUSSELDORF

Quoique l'exposition industrielle de Dusseldorf soit purement régionale et que les exposants soient tous éta blis dans les provinces rhénanes, dans la Westphalie dans le district de Wiesbaden et dans quelques autres districts voisins, elle n'en a pas moins une importance considérable; ces contrées, comprenant une population de 9 900 000 âmes, sont les plus industrielles de l'Allemagne.

L'exposition, qui s'étend sur le bord du Rhin sur une longueur de 2,5 km et dont la largeur maximum est de 250 m occupe une surface de 530 000 m²; la superficie des bâtiments est de 180 000 m² (la surface occupée à Paris par l'exposition de 1900 était de 2 227 946 m², la superficie bâtie était de 650 000 m²).

Les constructions élevées par le service de l'exposition sont : le Palais des beaux-arts (7965 m²); le Palais des machines (14 532 m²); le bâtiment des chaudières (1392 m²); le bâtiment des machines de condensation (320 m²); la station des pompes (260 m²); les quatre halles de l'exposition industrielle (37 415 m²); les 159 autres bâtiments ont été édifiés par des Sociétés ou des particuliers.

L'exposition est desservie par un petit chemin de fer circulaire de 3,5 km de longueur, qui d'un côté, longe la rive du Rhin. Les voitures à 18 places, qui peuvent à volonté être ouvertes ou fermées, ont été fournies par la Société Helios de Cologne; chacune d'elles est munie d'un moteur à 180 v actionné par une batterie d'accumulateurs de la Société Gotfried Hagen, de Kalk, près Cologne.

Le service de l'éclairage électrique, ainsi que celui de la transmission d'énergie sont assurés par des groupes électrogènes exposés, réunis en station centrale dans le palais des machines et dont nous parlerons plus loin.

L'éclairage comporte 4000 lampes à incandescence et 1000 lampes à arc (parmi lesquelles beaucoup sont munies de nouveaux crayons, donnant une belle lumière jaune doré); le service des moteurs exige une puissance de 6000 chevaux.

Les lampes à courant continu fonctionnent soit à 110, soit à 220 v, les moteurs à 440 v. Le courant triphasé est distribué sous des tensions primaires de 2000 et 5000 v.

Les lampes à incandescence, au nombre de 3000, servant à l'illumination du pont sur le Rhin, sont alimentées par du courant alternatif simple dont la tension primaire est de 10 000 volts.

L'eau nécessaire pour le service des machines à vapeur, de l'arrosage et des fontaines lumineuses (environ 47 m³ à l'heure) est puisée dans le Rhin; nous parlerons plus loin de l'installation des pompes.

En pénétrant dans l'Exposition par la porte située sous le pont du Rhin, on arrive immédiatement à l'allée principale, parallèle au fleuve et desservant toute la longueur de l'exposition. On trouve à gauche le pavillon Krupp, où sont exposés les produits métallurgiques de cette puissante usine; au point de vue électrique on y remarque un groupe moteur (440 v), générateur (110 v) desservant un projecteur dont le miroir a un diamètre de 90 cm; cet ensemble a été construit par la maison Schuckert, de Nuremberg, qui a en outre fourni un groupe générateur constitué par 3 dynamos à courant continu, montées sur le même arbre (celle du milieu ayant deux collecteurs) qui peut, suivant le mode de couplage, fournir un courant dont la tension varie de 7 v à 600 v. En face du bâtiment de l'usine Krupp, se trouve le pavillon dans lequel est installée l'exposition de la Société pour le gaz et l'électricité de Cologne.

A gauche, à la suite du pavillon Krupp, se trouvent les deux bâtiments des usines de Hörde et de Bochum, dans lesquels fonctionnent de nombreux moteurs électriques.

Plus loin sur la droite de l'allée principale, à la suite du Palais des beaux-arts, on arrive au chalet édifié par la Société Lahmeyer, de Francfort, dans lequel sont exposés toute une série de moteurs, de contrôleurs, etc., construits par cette maison.

Un peu en arrière se trouve le palais des machines, qui a une longueur de 280 m et une largeur de 51,9 m. Le bâtiment comporte trois travées; celle du milieu d'une largeur de 24 m est desservie par trois ponts roulants électriques de 30 tonnes; chacune des travées latérales de 13,95 m de largeur est desservie par quatre ponts roulants électriques de 10 et 15 tonnes.

A l'entrée du Palais des machines sont installés les groupes électrogènes en fonctionnement constituant la station centrale. Il y a 26 groupes à vapeur (l'un commandant deux génératrices) et 2 groupes avec moteur à gaz.

Le tableau suivant donne les principales indications sur les groupes électrogènes à vapeur.

La plupart des moteurs ont des distributions par soupapes, de divers systèmes : Lenz, Kaufhold, Collmann, Gutermuth, Strompf et Proell.

Le moteur Wilhelmi est à rotation; avec détente de la vapeur. Dans ceux de la Sandwieger Eisenhütte, la distribution à haute tension se fait par soupapes (système Proell) et la distribution à basse tension est du type Corliss. Le moteur Möller a une distribution Riedler et celui de Ehrard et Schmer une distribution par tiroirs.

Il y a deux tableaux de distribution : l'un, placé dans l'enceinte de l'exposition de la Société Schorch, de Rheydt, dessert les génératrices de cette Société; l'autre, installé par la Société Voigt et Haeffner, de Bockenheim-Francfort, dessert l'ensemble des autres génératrices. Ce tableau comporte quatre panneaux, l'un pour le courant continu à 2.110 v, le second pour le courant continu à 2.220 v, les deux autres sont réservés pour les courants triphasés à 2000 et à 5000 v.

L'interrupteur à cornes du courant alternatif simple à

10 000 v a été également installé par la maison Voigt et Haeffner; il permet d'allumer ou d'éteindre simultanément toutes les lampes installées sur le pont du Rhin; lors de la rupture (sous une charge de 140 kw environ) l'arc s'éteint en montant le long des cornes, presque sans bruit.

GROUPES ÉLECTROGÈNES A VAPEUR

GÉNÉRATRICES.					MOTEURS A VAPEUR.			OBSERVATIONS.
NATURE DU COURANT.	NOMS DES CONSTRUCTEURS.	PUISSANCE EN KW.	TENSION AUX BORNES.	TOURS A LA MINUTE.	NOMS DES CONSTRUCTEURS.	TYPE DU MOTEUR.	NATURE DE LA COMMANDE.	
Courant continu.	Société Garbe et Lahmeyer, d'Aix	280	110	100	Schuchtermann et Kramer (Dortmund)	H. T.	Directe.	
		140	220	150	Sandwieger Eisenhütte	V. C.	—	
		95	110	517	Fr. Spiess, Söhne (Barmen)	H. T.	Cordes.	
	Soc. Geist, de Cologne.	225	440	300	Dietrich et Bracksiek	H. T.	—	
	Société Lahmeyer, de Francfort	275	440-500	125	T.-H. Möhler (Brackwede)	V. C.	Directe.	
		275	220-250	150	Ehrard Schmer (Schleifmühle)	V. C.	—	
		100	220-250	150	Neumann et Esser (Aix-la-Chapelle)	V. C.	—	
		185	220-250	120	Soest et Cie (Dusseldorf)	H. T.	—	
		440	600	94	Société Union (Essen)	H. T.	—	
		300	600	94	Société Hohenzollern (Dusseldorf).	H. T.	—	Le moteur commande également une génératrice triphasée.
		400	600	120	Dingler (Zweibrück)	V. C.	—	
		20	110	800	—	H. M.	Courroie.	
		50	110	700	—	H. M.	—	
		42	220	600	—	H. M.	—	
		55	2 0	550	—	H. M.	—	
		20	220	550	Wilhelmi (Mühlheim)	H.	Directe.	Moteur à rotation et détente.
		75	220	525	Soest et Cie (Dusseldorf)	V. M.	—	
	Société Max Schorch, de Rheydt	250	440-550	140	O. Recke (Rheydt)	H. T.	—	
		250	550	200	Gebrüder Meer (Gladbach)	V. C.	—	
		100	2:0	440	Kirberg et Hüls (Hilden)	H. C.	Courroie.	
Alternatif simple.	Société Lahmeyer, de Francfort	500	10 000	94	Société Humbold (Cologne)	H. T.	Directe.	
Triphasé.	Société Helios, de Cologne	5000	2 000	72	Maschinenfabrik Grevenbruch	2 H. T.	—	Enroulement Scott.
	Société Garbe et Lahmeyer, d'Aix	550	2 000	125	Sandwieger Eisenhütte	H. T.	—	
	Société Lahmeyer, de Francfort	2000	5 000	94	Gute Hoffnungshütte	V. Tr.	—	
		600	5 000	94	Société Hohenzollern (Dusseldorf).	H. T.	—	Le moteur commande également une génératrice à courant continu.
		750	2 000	94	Haniel et Lueg (Dusseldorf)	H. C.	—	
	Société Max Schorch, de Rheydt	550	5 000	140	Fr. Spiess, Söhne (Barmen)	V. C.	—	
	TOTAL	11 507						

H. T. Horizontale tandem.
H. C. Horizontale compound, 2 cylindres parallèles.
H. M. Horizontale mono-cylindrique.
V. C. Verticale compound.
V. M. Verticale mono-cylindrique.
2 H. T. Horizontale avec deux groupes de 2 cylindres en tandem.
V. Tr. Verticale à triple expansion.

Les chaudières desservant les groupes électrogènes sont au nombre de 16, la surface totale de chauffe est de 3550 m²; elles sont installées dans un bâtiment adossé au Palais des machines et desservies par deux cheminées de 58 m de hauteur.

A côté du bâtiment des chaudières se trouve la salle des machines de condensation; deux installations de condenseurs à surface peuvent condenser chacune environ 35 000 kg de vapeur par heure.

L'eau de condensation est envoyée dans deux appareils refroidisseurs de la maison Balke de Bochum, l'un de ces appareils en tôle a une section circulaire, l'autre en bois est de section rectangulaire.

Dans le Palais des machines un grand nombre de moteurs électriques actionnent des transmissions et des machines-outils; on y remarque, en outre, un groupe moteur (440 v), générateur (220 v) à courant continu de 150 chevaux de la Société Garbe et Lahmeyer, de Francfort, une pompe centrifuge de la maison Haniel et Lueg, de Dusseldorf, actionnée par un moteur asynchrone triphasé à 2000 v de la Société Lahmeyer, de Francfort, le modèle d'une laverie de charbon, actionnée électriquement, de la Société Baum-Ehrne, etc.

A l'entrée à gauche, se trouve l'exposition de la Société Voigt et Haeffner, de Francfort (dont fait partie le tableau principal de distribution), où l'on voit de nombreux appareils pour la haute tension, des réducteurs automatiques pour accumulateurs, des appareils à l'épreuve de l'humidité pour mines, un rhéostat de rampe système américain, etc. A l'extérieur cette Société a installé un poteau avec interrupteur tripolaire à cornes pour courants triphasés à haute tension.

A côté se trouve l'exposition de la Société Hélios, de Cologne, où sont rassemblés un grand nombre de moteurs

de divers systèmes et d'appareils pour tramways et mines.

En sortant du Palais des machines on trouve, toujours à droite de l'allée principale, le pavillon de la Gutehoffnungshütte et de la fabrique de moteurs à gaz de Deutz; dans ce pavillon sont installés de nombreux groupes électrogènes à gaz ordinaire, à gaz pauvre et à gaz de hauts-fourneaux; on y remarque aussi une pompe Riedler de 500 chevaux actionnée par un moteur asynchrone triphasé à 2000 v de la Société Hélios, de Cologne.

Dans le pavillon de la Société pour la protection de l'industrie minière de Dortmund, est installée une salle de chaudières (en fonctionnement) destinées à brûler du lignite; les trois chaudières de 100 m^2 de surface de chauffe chacune sont desservies par des chargeurs automatiques du système Robert Keschling, de Kreefeld. Parmi les nombreuses installations électriques de ce pavillon, on remarque une machine d'extraction de la maison Siemens et Halske, de Berlin; de part et d'autre du treuil sont fixés deux moteurs électriques de 800 chevaux chacun. L'installation comporte une batterie tampon de 216 éléments de 1000 A-h de capacité, de la Société G. Hagen, de Kalk, installée dans un bâtiment spécial. Un combinateur de grandes dimensions permet de faire varier la vitesse du treuil.

La Société Schuckert, de Nuremberg, a fourni de nombreuses perforatrices mues électriquement, ainsi que quatre lampes à arc, blindées, destinées à être employées dans les puits de mines.

En face du pavillon de Dortmund, près du Rhin, se trouve la station des pompes; quatre moteurs à courant continu, à 440 v, de la Société Geist, de Cologne, actionnent par courroies des pompes centrifuges pouvant élever 70 m^3 d'eau à l'heure à 9 m de hauteur. Deux pompes centrifuges pouvant élever chacune 6 m^3 d'eau à 60 m de hauteur sont actionnées directement par des moteurs à courant continu, à 220 v, de la Société Max Schorch, de Rheydt.

Plus loin, sur la droite de l'allée principale, se trouve le Palais de l'industrie, le plus grand bâtiment de l'Exposition; en y pénétrant par la porte du milieu (en face de la fontaine monumentale) on trouve immédiatement à droite les installations des classes 17 (instruments scientifiques) et 5 (électrotechnique).

Dans la classe 17 se trouve l'exposition des appareils de mesure bien connus de la maison Hartmann et Braun, de Francfort. La maison Th. Wagner, de Wiesbaden (qui a installé les horloges de l'Exposition), y expose divers types d'horloges électriques du système Grau.

Dans la classe 5, les accumulateurs sont représentés par les Sociétés suivantes: G. Hagen, de Kalk près Cologne (qui expose un élément de la batterie la plus puissante du monde; cette batterie, installée à Stockholm et qui comporte 138 éléments, donne 9517 kw-h au régime de décharge en trois heures); Pollak, de Francfort (qui expose l'installation complète de l'éclairage d'une voiture de chemin de fer par le système Vicarino); Morian et Cie, Bleiwerke von Neumühl; Behrend, de Francfort; de Hagen (Tudor). La Société des Bismarkwerke, de Bergerhof, expose toute une série de moteurs à courant continu et à courants triphasés, et la Société Max Schorch, de Rheydt, des transformateurs et des moteurs.

Les fabriques de câbles sont représentées par la maison Felten et Guillaume, de Muhlheim, et la Société des Land- und Seekabelwerke, de Nippes, près Cologne.

Cette dernière Société expose des tronçons du câble à 15 000 v de l'installation de Bakou (Russie), ainsi que de nombreux spécimens de câbles sous-marins. Elle a installé à l'Exposition un câble armé de 250 m de longueur, dans lequel la tension atteint 50 000 v.

Il existe un grand nombre d'autres installations électriques dans l'enceinte de l'Exposition, nous avons indiqué tout ce qui nous a paru intéressant; mais il est certain que, n'ayant pu sacrifier que deux jours à cette visite, nous avons pu en omettre un grand nombre.

Il nous semble que cette courte notice peut être intéressante pour les électriciens qui visiteront l'Exposition de Dusseldorf. Nous adressons ici tous nos remerciements à M. Dücker, ingénieur civil à Dusseldorf, chef des services techniques de l'Exposition, à l'obligeance duquel nous devons la plupart des renseignements donnés ci-dessus.

Comme la Société Schuckert, de Nuremberg, ne pouvait exposer dans l'enceinte de l'Exposition, elle a fait construire au bord du Rhin un pavillon spécial dans lequel elle a installé des spécimens de ses produits. Dans ce pavillon, on remarque une machine d'extraction de 500 chevaux, du système Buschmann, actionnée par deux moteurs à courant continu de 550 v, à vitesse variable (sans emploi de batterie d'accumulateurs); un groupe électrogène à gaz pauvre de 120 chevaux, servant à actionner la machine d'extraction qui fonctionne à vide; une installation intéresssante pour éclairage particulier, du système Schiller; un nouveau système de signaux électriques du même inventeur; une section de voie de tramway avec contacts superficiels, ainsi que de nombreux moteurs, transformateurs et appareils pour mines et tramways.

F. Loppé.

TRACTION A UNITÉS MULTIPLES

(suite[1].)

III. — Système Auvert

Nos articles précédents traitent des caractères généraux et des particularités de deux modes de commande simultanée d'automotrices, entièrement électriques : L'article suivant est consacré au système de traction électrique imaginé par M. Auvert, ingénieur principal de la Cie Paris-

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 246, du 10 mars 1902, p. 102, et n° 248, du 25 avril, 1902, p. 175.



Lyon-Méditerranée, et mis en service sur les trains de la ligne électrique du Fayet-Saint-Gervais à Chamonix.

Ces trains sont à traction électrique et comportent, comme les précédents, des moteurs et des mécanismes assurant la mise en marche et la régulation de vitesse de ces moteurs. Mais, où le système diffère entièrement des précédents, c'est dans le mode et l'agent de commande de ces mécanismes, qui n'est plus l'électricité, mais l'air comprimé circulant dans des canalisations disposées sur les voitures à la façon des canalisations d'air comprimé servant au freinage.

De même que nous donnons dans les précédents articles un schéma de distribution du circuit de commande, nous devons donner ici un schéma de la distribution d'air comprimé, comportant des conduites, des cylindres, des réservoirs et des accouplements pour passage d'une voiture à l'autre; naturellement la tuyauterie figurée au schéma sert aussi à l'alimentation des freins à air, qui, sans rentrer dans le programme de cette étude, s'y rattachent cependant comme une nécessité pratique, pour la réalisation du freinage.

Il convient donc de faire remarquer tout d'adord que l'emploi de l'air comprimé n'offre qu'une complication apparente et illusoire et n'introduit aucun élément nouveau dans le train, puisque ses organes de freinage lui sont aussi indispensables que ses moteurs.

Le principe d'application de l'air comprimé à la commande des mécanismes de régulation électrique comporte à première vue des difficultés qui ont été fort ingénieusement résolues par M. Auvert. On dispose en effet, pour réaliser plusieurs positions des régulateurs de vitesse, d'une pression d'air comprimé constante ou variable entre d'étroites limites, puisque ainsi l'exigent la sécurité du freinage et la nature des freins alimentés par la même canalisation d'air comprimé. On verra dans ce qui suit que la solution de cette difficulté consiste dans l'emploi d'une pression uniforme mais de surfaces variables soumises à cette pression.

Des orifices d'admission peuvent ouvrir successivement à l'air l'accès de plusieurs cylindres d'égale section, qui sont par suite successivement déplacés avec une égale force, et si successivement 1, 2, 3, 4 de ces cylindres ajoutent leurs efforts, il en résultera des efforts doubles, triples, quadruples; par l'action convenable d'une pression d'air antagoniste agissant sur une autre surface convenablement déterminée, on peut obtenir successivement les positions progressives (1re, 2e, 3e, 4e du mécanisme régulateur).

Mais, pour l'étude de la distribution d'air comprimé et du jeu des servo-moteurs, il convient de faire appel à des dessins et à des descriptions aussi clairs que possible, sans craindre d'entrer dans quelques détails. Nous emprunterons ces derniers à une discussion que leur ont consacrée M. Baudry et M. Auvert, soit à la conférence donnée par le premier devant la Société des Ingénieurs civils, soit dans les descriptions données au Congrès des chemins de fer en 1900 et à la *Revue générale des chemins de fer*, sur la traction électrique de la ligne du Fayet Saint-Gervais à Chamonix.

Régulation rhéostatique. — La régulation de marche des trains ne comporte plus, comme dans les cas précédents, la régulation en série et en parallèle des moteurs, mais seulement le réglage des résistances mises en série avec les moteurs, pour effectuer la mise en marche, et le réglage de résistances en parallèle avec les inducteurs de ces moteurs pour en modifier la vitesse.

Chaque équipement du Fayet-Chamonix comporte donc 2 moteurs, qu'on ne met jamais en série, pour éviter les dangers de patinage dans les rampes très fortes que comporte la ligne : les 2 moteurs à excitation série de chaque voiture sont donc invariablement groupés en parallèle. En dehors des résistances insérées dans leur circuit pour modérer l'intensité du courant de démarrage, on peut varier la vitesse de régime obtenue après suppression de ces résistances au moyen d'autres résistances mises en dérivation sur les inducteurs des moteurs.

L'insertion de ces résistances est effectuée sur chaque voiture par un régulateur de vitesse commandé par un servo-moteur pneumatique obéissant aux mouvements du mécanicien placé sur la voiture de tête.

Régulateurs électriques de marche. — Chaque régulateur du Fayet-Chamonix peut prendre ainsi cinq positions : trois correspondant à trois résistances différentes, une quatrième à l'absence de toute résistance, c'est-à-dire à la marche normale à pleine excitation, et la cinquième à la marche accélérée, c'est-à-dire à excitation réduite. Les trois premières positions correspondent aux trois différentes phases de démarrage, les deux dernières à des positions de marche permanente.

Commande à main ou commande pneumatique des régulateurs. — Les cinq positions que nous venons de définir s'obtiennent en faisant tourner un axe vertical placé à l'intérieur d'une colonne en fonte, et qu'on peut manœuvrer à la main au moyen d'une manivelle horizontale placée à la partie supérieure. Cela permet la substitution de la commande à main à la commande pneumatique à distance que nous allons maintenant examiner plus particulièrement.

Quand les appareils de manœuvre des différents véhicules d'un train doivent être commandés par la tête, le poste de tête comporte un servo-moteur un peu différent des autres, et chacun des servo-moteurs des voitures effectue d'après lui la commande des arbres verticaux dont il vient d'être parlé : au lieu d'être manœuvré alors par la manivelle supérieure, chacun de ces arbres verticaux l'est par une roue d'engrenage qu'il porte à sa partie inférieure sous le châssis, et qui engrène avec la crémaillère liée au piston principal du servo-moteur de la voiture.

Servo-moteurs secondaires. — (Consulter les fig. 1, 2 et 3). — Chaque servo-moteur secondaire a comme

organe principal un grand cylindre horizontal G, ouvert en son milieu et dans chacune des extrémités duquel se meut un piston. Ces deux pistons sont solidaires et la lanterne K qui les relie porte, en son milieu, un plateau E F sur lequel est montée la tige O qui forme prolongement de la crémaillère. Celle-ci est donc solidaire des mouvements que prend l'ensemble formé par la lanterne K, ses deux pistons et son plateau central.

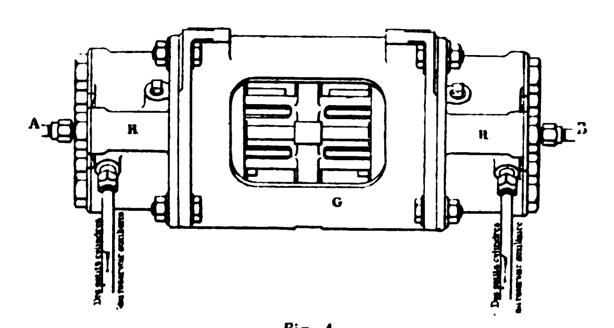


Fig. 1.

Pour la *marche avant*, le mécanicien commandant le servo-moteur principal, qui sera décrit plus loin, envoie l'air de la conduite générale derrière le piston de gauche (M), et met en communication avec l'atmosphère la face arrière du piston de droite (M').

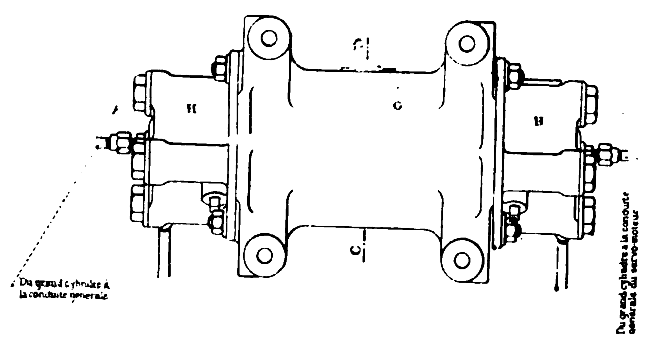


Fig. 2.

Pour la *marche arrière* le mécanicien réalise à l'aide de son servo-moteur principal la combinaison inverse, c'est-à-dire qu'il met à la conduite générale la tubulure d'admission M et la tubulure M' à l'atmosphère.

Mais, pour l'un et l'autre sens de marche, les fonctions du servo-moteur secondaire restent identiques et sont indistinctement réalisées en raison même de sa symétrie, nettement apparente sur les figures 1, 2 et 3.

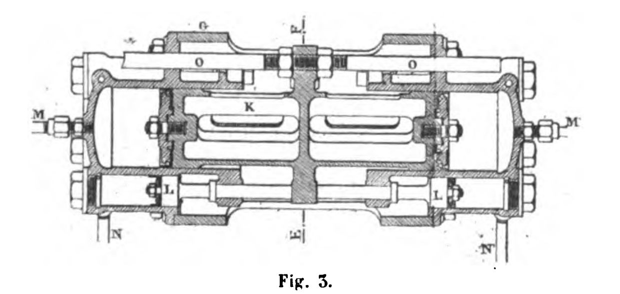


Fig. 3.

Le mécanisme de son fonctionnement est le suivant :

Pour que, sous l'action de l'air comprimé, les deux pistons et la crémaillère qu'ils conduisent s'arrêtent dans chacune des cinq positions où ils sont appelés à se fixer pour la marche avant, leur plateau central EF rencontre une série d'obstacles échelonnés. Ces obstacles sont formés par cinq petits pistons L' (fig. 3), qui se meuvent dans cinq cylindres placés en couronne autour du grand cylindre central. Ces pistons sont constamment pressés par de l'air comprimé pris sur le réservoir auxiliaire du frein à mâchoires, ce qui les fait buter contre des arrêts fixes quand le plateau central est dans sa position médiane. La pression de l'air est la même pour tous les petits cylindres du même véhicule et pour tous les véhicules du train. Par conséquent, les pistons, s'ils ont la même section, offrent tous la même résistance au mouvement des plateaux qui les attaquent.

Les cinq pistons du même véhicule ont des tiges inégalement longues, de sorte que, quand le plateau est au milieu de sa course, il ne porte que sur la tige d'un seul piston. Si donc on envoie de l'air comprimé dans le grand cylindre, le plateau central se déplace dès que la pression dans ce cylindre est suffisante pour vaincre la résistance d'un petit piston, et le mouvement se continue jusqu'à ce que le plateau central rencontre une deuxième tige de piston. A ce moment se produit un arrêt, et le mouvement ne continue que quand la pression de l'air dans le grand cylindre est devenue suffisante pour vaincre la résistance de deux petits pistons. Un deuxième point d'arrêt correspond à la rencontre de la troisième tige de piston, un troisième à la rencontre de la quatrième tige, un quatrième à la rencontre de la cinquième tige, et, enfin, un cinquième et dernier au refoulement à fond de course des cinq petits pistons. Cinq autres pistons L placés en face des premiers, dans cinq petits cylindres qui forment prolongement des premiers et avec des tiges également échelonnées, correspondent à la marche en arrière.

Si l'on appelle 2 p la pression que doit avoir l'air dans l'une des conduites générales pour vaincre la résistance d'un petit piston, on voit que, pour maintenir rigoureusement les grands pistons de tous les servo-moteurs secondaires et par suite tous les régulateurs électriques à chacun des cinq crans de marche avant ou de marche arrière, il suffit de maintenir dans la *conduite générale* une pression d'environ 3 p, 5 p et ainsi de suite jusqu'à 11 p.

Servo-moteur principal. — Le réglage des pressions de l'air dans les conduites générales qui correspondent à chacune des positions des servo-moteurs, est fait au moyen du servo-moteur principal (représenté par les figures 4 à 7).

Ce servo-moteur principal a les mêmes organes que les servo-moteurs secondaires que nous venons de décrire. Son grand cylindre est en communication, par chacune de ses extrémités, avec l'une des conduites générales. Autour de ce cylindre sont placés de même deux groupes

de cinq petits cylindres avec pistons à tiges échelonnées. Seulement l'un des petits pistons de chaque groupe, celui dont la tige est la plus longue, a une section égale à une fois et demie celle des autres.

Le servo-moteur principal possède, en outre, les organes suivants, qui lui sont propres. Sa crémaillère agit sur un secteur denté S qui est relié par un mouvement de sonnette à un engrenage conique Q, monté sur

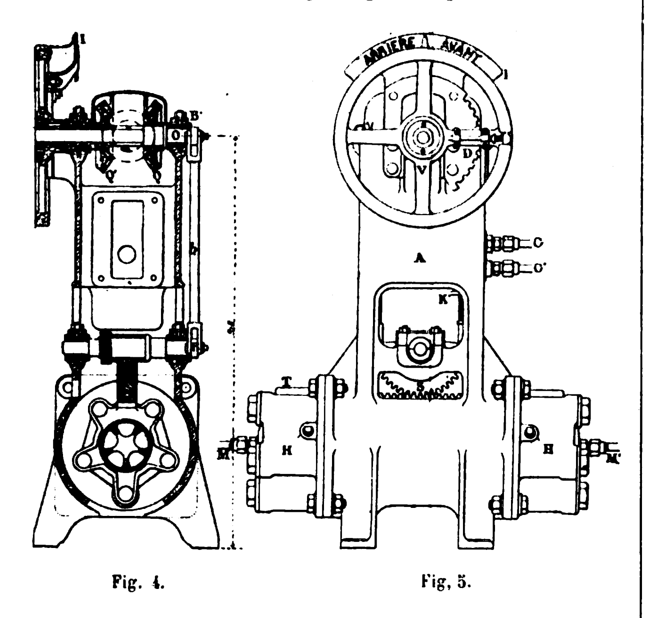


Fig. 4. Fig. 5.

l'arbre O du volant de manœuvre, mais qui n'est pas solidaire de cet arbre. Le volant de manœuvre porte lui-même un autre engrenage conique Q′ de même diamètre que l'engrenage Q et placé en face de lui. Entre eux se trouve un troisième pignon conique Q″ monté sur un axe perpendiculaire à celui du volant de manœuvre, tournant autour de lui, et muni d'une queue L qui, dans son mouvement, élève ou abaisse une tige verticale J dont les déplacements, dans un sens ou dans l'autre, ouvrent et ferment les soupapes d'admission et d'échappement des

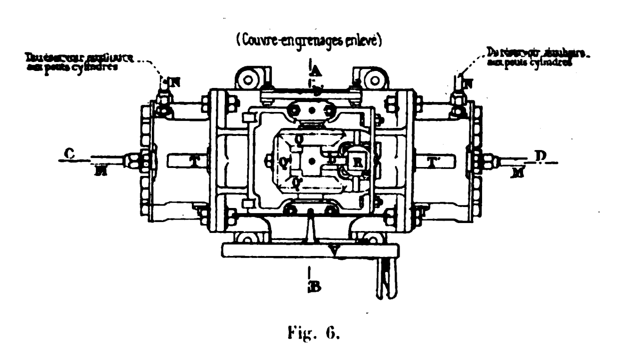


Fig. 6.

conduites d'air comprimé de marche avant et de marche arrière.

Quand le volant de manœuvre est au cran O, la tige laisse fermées les soupapes d'admission et maintient légèrement ouvertes les soupapes d'évacuation des deux conduites générales. Les grands pistons de tous les servo-moteurs, principaux et secondaires, sont alors maintenus dans leur position médiane par les premiers petits pistons.

Si l'on tourne le volant de manœuvre dans le sens de la marche avant pour l'amener à son premier cran d'arrêt, on entraîne la roue planétaire Q″ dont le déplacement ouvre d'abord en grand la soupape d'échappement de la conduite de marche arrière, laisse celle de la marche avant se refermer sous l'action de son ressort et ouvre la soupape d'admission de la conduite de marche

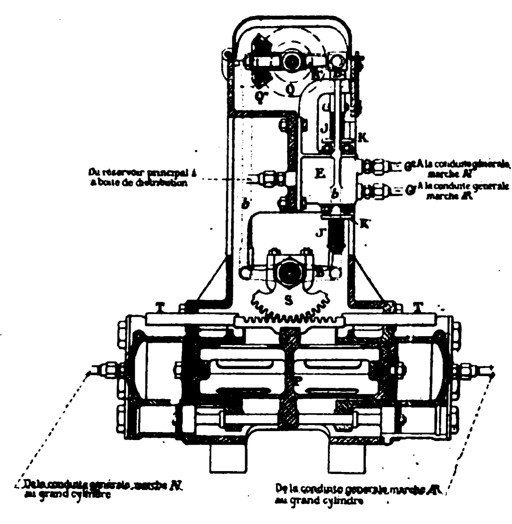


Fig. 7.

avant. La pression de l'air augmentant dans cette dernière conduite, les grands pistons de tous les servo-moteurs secondaires du train se déplacent aussitôt qu'elle devient assez forte pour vaincre la résistance du premier piston de chacun d'eux et de l'appareil de manœuvre qu'il conduit, c'est-à-dire quand elle est un peu supérieure à $2p$. Le grand piston du servo-moteur principal ne se déplace qu'un peu plus tard quand la pression est montée jusqu'à $3p$ à cause du diamètre plus grand qu'on a donné à son premier petit piston; mais il se déplace avant que ceux des servo-moteurs auxiliaires aient pu vaincre la résistance de leurs deuxièmes petits pistons, ce qui exigerait une pression de $4p$. Par conséquent, au moment où le servo-moteur principal a atteint son premier point d'arrêt, tous les servo-moteurs se trouvent également à leur premier point d'arrêt. Mais en même temps, le déplacement de son grand piston a entraîné le secteur denté S, et l'engrenage conique Q, et celui-ci a remis la roue planétaire Q″ dans une position voisine de sa position primitive, où elle ferme l'arrivée de l'air du côté de la marche avant, tout en maintenant l'échappement du côté de la marche arrière.

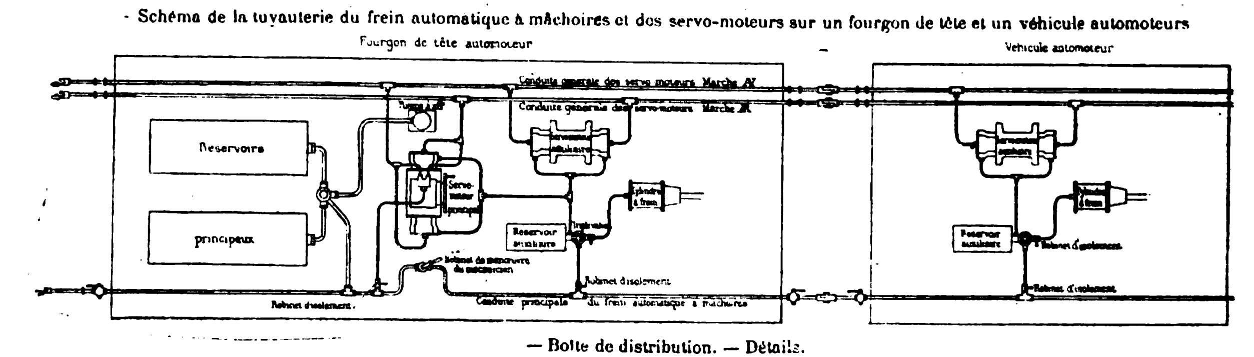
Il y a lieu de remarquer que les grands pistons des *servo-moteurs secondaires* sont fixés à leur premier point d'arrêt par l'antagonisme de la pression de l'air dans les grands cylindres et de la résistance des deuxièmes petits pistons.

Pour le *servo-moteur principal*, au contraire, les grands pistons sont fixés à leur point d'arrêt sans que le

deuxième petit piston ait besoin d'intervenir, et par le jeu seul des soupapes d'admission et d'échappement d'air qui ne permettent à ces grands pistons qu'une position stable pour chaque position du volant de manœuvre. Pour permettre le libre déplacement des grands pistons, on a diminué quelque peu la longueur des tiges des petits pistons, autres que le premier, du servo-moteur principal, ce dont nous verrons l'avantage quand nous étudierons le retour en arrière du volant de manœuvre.

Si, à partir du premier point d'arrêt, on continue à tourner le volant de manœuvre jusqu'à son second point d'arrêt, les choses se passent identiquement de la même manière qu'entre la position médiane et le premier point d'arrêt et ainsi de suite jusqu'à fond de course.

Si maintenant on tourne le volant en sens inverse pour ramener le volant du cinquième au quatrième point d'arrêt, la queue de la roue planétaire Q″ ouvre l'échappement de la conduite de marche avant et l'admission dans la conduite de marche arrière, de sorte que la pression diminuant d'un côté et augmentant de l'autre, les grands pistons se déplacent sous l'action des cinq petits pistons d'abord, puis de quatre pistons seulement. Les soupapes se ferment automatiquement quand les grands pistons sont arrivés à leur quatrième point d'arrêt et à ce moment il n'y a plus, depuis quelque temps déjà, que quatre pistons agissant sur leur plateau central à cause de la réduction que nous avons indiquée dans la longueur de la tige du cinquième. Par conséquent, la pression sur les grands pistons au moment de l'arrêt s'est abaissée jusqu'au point de faire équilibre à la pression de quatre



- Schéma de la tuyauterie du frein automatique à mâchoires et des servo-moteurs sur un fourgon de tête et un véhicule automoteurs

— Boîte de distribution. — Détails.

Fig. 8.

petits pistons du servo-moteur principal, laquelle équivaut à celle de quatre petits pistons et demi d'un servo-moteur secondaire, c'est-à-dire à 9 *p*. Il en résulte que tous les servo-moteurs secondaires s'arrêtent au point qui correspond à l'abandon de la tige du cinquième petit piston, c'est leur quatrième point d'arrêt.

Pour passer du quatrième au troisième point d'arrêt, tout s'effectue de la même manière, et ainsi de suite jusqu'à ce que le volant soit revenu à sa position initiale de repos.

Il y a lieu de remarquer que, pendant tout le temps que le volant est à un de ses points d'arrêt, la liaison des grands pistons du servo-moteur principal avec les soupapes d'admission et d'échappement par l'intermédiaire de la roue planétaire Q′ maintient automatiquement la pression dans tous les grands cylindres à la valeur nécessaire pour que tous les servo-moteurs secondaires restent fixes à leur position d'arrêt correspondante.

Nous n'entrerons pas dans le détail de la distribution d'air par le servo-moteur principal et nous renverrons ceux de nos lecteurs qui voudraient en entreprendre une étude plus approfondie à la conférence faite par M. Baudry, devant le Société des ingénieurs civils (*Bulletin* d'avril 1900) et aux numéros d'août 1900 et d'avril 1902 de la *Revue générale des chemins de fer*.

Ces appareils, imaginés au commencement de l'année 1895 par M. Auvert, sont en application au chemin de fer du Fayet-Chamonix depuis 1901, et, ayant donné complète satisfaction, n'ont reçu aucune modification : C'est donc sur les mêmes données et d'après les mêmes plans que seront établies les nouvelles voitures mises en construction pour l'extension de cette ligne : 8 fourgons, 4 voitures de deuxième classe et 4 wagons de marchandises. Le nombre actuel des véhicules automoteurs en service, est de 64.

Les trains comportent 5 ou 6 voitures automotrices, pèsent environ 130 tonnes au maximum et démarrent facilement sur rampe de 90 millièmes.

Les déclivités très prononcées de la voie ont conduit à l'adoption de freins spéciaux que nous aurons l'occasion de décrire ultérieurement.

On peut de même signaler comme particularités sur lesquelles nous ne pouvons nous étendre ici, mais dont l'étude ultérieure sera de quelque intérêt, une disposition spéciale des moteurs sur les trucks, nécessitée par le faible gabarit de la voie (1 m), et enfin la régulation de la tension à l'usine par un procédé dont il n'existe, à notre connaissance, aucune autre application au monde.

P. L.

Téléphones de l'Industrie électrique :

RÉDACTION : Nos **812-89.**

ADMINISTRATION : Nos **704-44.**

LE CONCOURS D'ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

DU MINISTÈRE DE LA MARINE

Le Ministère de la marine a fait faire en 1901-1902, au Laboratoire central d'électricité, une série d'essais d'endurance sur un grand nombre de batteries d'accumulateurs en vue de l'application à des sous-marins.

Nous recevons une brochure qui, malgré son apparence officielle, doit être éditée par l'un des concourants et qui donne quelques détails, officieux sans doute, sur cet intéressant concours. Nous ne reproduirons donc quelques-uns de ces détails qu'en faisant les réserves les plus expresses sur leur exactitude et en en laissant toute la responsabilité à l'auteur de la brochure.

Le programme était le suivant :

« Les éléments fournis par les différents constructeurs seront réunis en tension, de manière à constituer une batterie unique.

« Il sera fait 150 charges et 150 décharges dans les conditions suivantes :

« La première charge, d'une durée de 4 heures, sera effectuée au régime de 330 A. Les autres charges seront réglées de manière à restituer aux éléments une quantité d'électricité supérieure de 50 pour 100 à celle qui aura été fournie pendant la décharge précédente. Elles seront effectuées uniformément au régime de 330 A.

« La décharge à intensité constante sera faite au régime de 660 A, on observera pendant sa durée la tension aux bornes de chaque élément et l'opération sera arrêtée quand un élément quelconque sera descendu à 1,65 v.

« On s'arrangera, autant que le permettra le service du Laboratoire, de façon à commencer la journée par une décharge et avoir le temps de faire en un jour 2 décharges et 2 charges.

« La batterie sera laissée au repos le dimanche.

« Pendant les opérations, on ne pourra démonter aucun élément, mais seulement resserrer les connexions et rétablir, s'il est nécessaire, le niveau du liquide avec de l'eau, pure ou acidulée.

« Tout élément tombant à 1,65 v en moins d'une demi-heure sera définitivement retiré du circuit et démonté en présence du constructeur et d'un représentant du service de la surveillance ».

Treize constructeurs avaient répondu à l'appel du Ministère de la marine et plusieurs avaient présenté 2 éléments différents, ce qui faisait en tout 21 éléments.

Sur ces 21 éléments :

11 appartenaient au type ayant les deux électrodes à oxyde rapporté (Union, Chapuy, 2 Métaux, 2 Phénix, Société générale électrique de Nancy, Invicta, Heinz, 2 Max).

9 étaient d'un type mixte : positives Planté, négatives à oxyde rapporté (Union, Fulmen-Blot, Tudor, Excelsior, Fulmen-d'Arsonval, Blot, Geoffroy et Delore, 2 Julien).

1 seul était à formation Planté aux deux électrodes (Blot).

Les éliminations se sont produites au cours des décharges dans l'ordre suivant :

16e décharge, 16 m, 21 octobre, 1er Puissance et Lumière. Court-circuit.

18e décharge, 22 m, 22 octobre, 1er Phénix. Manque de formation.

25e décharge, 27 m, 28 octobre, 1er Société électrique de Nancy. Montage défectueux.

34e décharge, 25 m, 4 novembre, 2e Puissance et Lumière. Court-circuit.

35e décharge, 29 m, 30 s, 4 novembre, Oméga. Montage défectueux, dérivations; mauvaise formation.

68e décharge, 15 m, 25 novembre, Invicta. Dérivations.

69e décharge, 17 m, 25 novembre, 1er Max. Dérivations par métallisation de l'amiante.

92e décharge, 25 m, 9 décembre, Excelsior. Court-circuit.

A la 100e décharge, 13 éléments restent en présence, dans l'ordre suivant de différence de potentiel aux bornes à la fin de la décharge : Fulmen-d'Arsonval, Métaux, Union, Blot-Fulmen, Métaux, Heinz, Max, Blot, Union, Blot, Phénix, Tudor, Chapuy.

104e décharge, 25 m, 16 décembre, Chapuy. Désagrégation positive.

116e décharge, 18 m, 23 décembre, Tudor. Métallisation des feuilles d'amiante.

159e décharge, 13 m, 1er Union. Mousses, sulfatation négative.

182e décharge, 22 m, 3 février, Blot-Fulmen. Dérivations par mousses.

194e décharge, 24 m, 30 s, 10 février, Blot. Mousses, sulfation des négatives.

196e décharge, 27 m, 30 s, 2e élément Phénix.

A la 200e décharge, il ne reste que 7 concurrents dans l'ordre suivant : Heinz, Métaux, Union, Fulmen-d'Arsonval, Métaux, Max, Blot.

228e décharge, 25 m, 3 mars 1902, 1er Métaux. Sulfatation, dérivations.

229e décharge, 25 m, 2e Blot. Mousses.

La 251e décharge atteinte le lundi matin 17 mars a donné les résultats suivants :

Heinz, décharge terminée à	1,86	volt.
Union, —	1,79	—
Métaux, —	1,772	—
Max, —	1,714	—
Fulmen-d'Arsonval, décharge terminée à . .	1,650	—

Il n'y a donc que 5 éléments qui ont résisté aux essais d'endurance et une chose remarquable est que sur ces 5 éléments, 4 sont à oxydes rapportés aux deux plaques, 1 seul, le Fulmen-d'Arsonval, a des électrodes mixtes (positive Planté, négative Faure).

En résumé, sur 11 éléments à oxyde aux deux plaques, 4 ont résisté, et sur 9 à positive Planté, 1 seul est resté.

Le poids maximum fixé pour chaque élément était de 225 kg. Malgré cela, paraît-il, un certain nombre d'éléments dépassaient 300 kg.

On peut remarquer combien la plupart des décharges ont été courtes.

La 39e décharge qui fut remarquable par sa grande durée dura 1 h 16 m 30 s. Dans les décharges suivantes, ce temps ne fut jamais atteint.

L'élément Heinz était l'un des plus légers et pesait 181 kg avec un poids de plaques de 106 kg. Le régime de décharge de 660 A correspondait donc pour cet élément à 3,64 A par kg total d'élément et à 6,22 A par kg d'électrodes.

L'élément Max pesait 220 kg de poids total avec 140 kg d'électrodes. Les régimes de décharge étaient donc de 3 A par kg total et 4,7 A par kg d'électrodes. P. G.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les nouveaux chemins de fer électriques de Londres. — Les comités de la Chambre des Lords ont achevé leur travail relatif aux bills des chemins de fer électriques qui ont été présentés durant cette session. On peut diviser tous les projets qu'on a proposés en deux grandes classes, ceux de M. Pierpont Morgan et ceux de M. Yerkes.

Il y avait aussi plusieurs projets proposés par des personnes moins importantes, mais évidemment les commissions pensèrent que les projets les plus grands étaient d'exécution financière plus certaine, et ainsi on a rejeté les petits projets. Il ne s'ensuit pas cependant que les projets des capitalistes américains ont été acceptés en bloc, car plusieurs même ont été rejetés. Des projets de M. Morgan, on peut dire que les chemins de fer autorisés comprendront une ligne qui ira des faubourgs du nord, par la Cité, jusqu'à l'ouest extrême; également une du nord-ouest extrême, ira à Hyde Park, jusqu'au sud-ouest extrême. Parmi les projets présentés par M. Yerkes, qui est intéressé dans la transformation du District Railway, on a autorisé une ligne de Holborn à Earl's Court via Piccadilly; on a prolongé la ligne de Charing-Cross et Hampstead jusqu'à Golder's Green, qui est 1 kilomètre plus loin, et on construira une ligne du Strand jusqu'à Finsbury Park dans le nord de Londres.

Il ne faut pas croire que, parce que ces lignes ont des millionnaires américains à leur tête, elles seront construites par des Américains et actionnées par des machines américaines. Il y a beaucoup de capitaux anglais dans ces Compagnies, et il y a beaucoup de maisons de constructions électriques ici qui sont capables d'étudier et d'entreprendre la grande installation qui sera nécessaire.

L'éclairage électrique de la cathédrale de Saint-Paul. — M. Pierpont Morgan est très en renom en ce moment en Angleterre. L'installation de l'éclairage électrique dans la cathédrale de Saint-Paul, qui a coûté presque 250 000 fr, est un don de sa part. Jusqu'à présent elle n'est pas tout à fait finie, et on demande encore plusieurs mille livres; mais on dit que M. Morgan donne cette somme, afin de compléter l'éclairage de l'édifice entier. En tout, on installera près de 1250 lampes, et sur ce nombre 700, variant de 5 jusqu'à 32 bougies, sont déjà en place. On a adopté un montage spécial, par lequel les 6 grands lustres dans le chœur n'éclairent pas seulement le sol, mais aussi, au moyen de lumière réfléchie provenant de lampes cachées dans des coupes, ils illuminent les peintures du plafond. Les décorations situées sous le dôme seront aussi mises en évidence lorsqu'on aura installé suffisamment de lampes électriques dans les 8 lustres en bronze.

La distribution de l'énergie électrique au pays de Galles. — Il y a quelques jours on célébrait à Blarnan Festining l'inauguration des usines de la Société de Wales Electric Power. La Société a passé un traité de quinze ans avec le Conseil municipal pour l'éclairage électrique de la ville et la fourniture de la force motrice aux carrières de pierres des environs, pour traîner, pomper, actionner, etc., au taux de 10 centimes par kilowatt-heure et pour l'éclairage particulier à 40 centimes.

La cérémonie de l'inauguration a été présidée par lord Newborough.

La Société Royale de Londres. — La fête annuelle de cette Société est toujours marquée par une exposition de nouveautés scientifiques, et si celles de cette année n'avaient pas peut-être autant d'attrait que celles des dernières années, elles avaient du moins beaucoup d'intérêt.

La principale nouveauté électrique fut un compteur inventé par MM. Mordey et Fricker. C'est, en somme, une horloge dans laquelle le spiral du balancier est remplacé par un champ magnétique, produit par le courant à mesurer. Il en résulte que la rapidité d'oscillation du volant du balancier est proportionnelle au courant qui produit le champ et l'aiguille enregistre des ampères-heure. On peut employer ce compteur avec les courants continus ou alternatifs.

Une nouvelle machine à influence fut présentée par M. Pidgeon; elle est faite spécialement pour utiliser les rayons X en temps de guerre. Les plateaux sont fabriqués avec un nouveau corps isolant qu'on appelle volenite.

La machine entière est très compacte, les disques sont placés étroitement ensemble et ils tournent dans des directions opposées. On les actionne par un train d'engrenages.

Le tramway à contact de Wolverhampton. — On attend de grandes choses de ce système, car, s'il a un

réel succès après l'exploitation d'une année, il créera une révolution dans les tramways électriques.

Le système de canalisations est cependant très coûteux à installer et aussi à entretenir, et si on pouvait trouver quelque chose pour remplacer le trolley aérien, on donnerait satisfaction à plusieurs personnes. Cependant, quoique le système de Wolverhampton supporte très bien le trafic lourd de l'Exposition, il y a eu récemment un ou deux accidents qu'on attribue à des commotions électriques reçues lorsqu'on touche les plots; plusieurs chevaux sont tombés morts subitement dans les rues et les cochers même ont éprouvé des secousses. Cependant l'expert qui étudie le système pendant la période du contrat de la Compagnie Lorain dit qu'il n'est pas possible de recevoir plus de 100 volts. Ce ne serait pas assez pour tuer complètement un homme, mais cela pourrait être douloureux.

Le cerveau utilisé comme cohéreur. — Dans l'*Electrical Review* M. Frederick Collins raconte que des effets curieux relatifs à l'influence des orages sur le cerveau humain viennent d'être observés. Ayant remarqué que quelques personnes très nerveuses sont affectées pendant les orages, il se procura un cerveau neuf d'un animal provenant d'un abattoir et, en le reliant comme un cohéreur avec des électrodes situées à une distance de 1 mm l'une de l'autre et en intercalant un téléphone, il put très bien distinguer des bruits lorsqu'une décharge disruptive électrique eut lieu avec une bobine d'induction placée tout à côté. Il répéta ces expériences avec un chat vivant, qui fut endormi avec de l'éther, deux pointes d'aiguille furent insérées dans le cerveau, et on obtint les mêmes résultats. Puis il se procura un cerveau humain tout frais, et dans ce cas aussi les résultats furent également bons. On trouva que la résistance électrique était de près de 5000 ohms, et pendant l'essai on éprouva le besoin de mesurer cette résistance de nouveau. Il fut assez curieux de remarquer qu'il était impossible d'équilibrer les bras du pont de Wheatstone, et il paraît qu'il y eut qu'une divergence de plusieurs milliers d'ohms.

Subitement on entendit un grand coup de tonnerre et l'auteur dit que pendant une période de vingt minutes l'aiguille du galvanomètre oscilla en avant et en arrière entre les deux points d'arrêt. Alors il plaça un téléphone dans le circuit de l'appareil d'épreuve et immédiatement il entendit trois sons, tout à fait comme le bruit de métal chaud qui tombe dans l'eau.

On trouva après qu'une maison, à une distance de quelques centaines de mètres, avait été frappée de la foudre en trois fois.

Finalement l'auteur cite le cas d'un enfant qui fut saisi de convulsions pendant l'approche d'un orage, et il expira subitement lorsqu'un édifice du voisinage fut frappé de l'éclair. Ces épreuves paraîtront de grande importance et on espère qu'on les continuera encore.

Le chemin de fer aérien électrique de Liverpool. — Il y a quelques jours qu'il y eut encore un incendie à la même station où un accident sérieux eut lieu l'année dernière.

Heureusement il ne fut pas suivi des mêmes conséquences tristes. Un train consistant en trois voitures venait de s'arrêter devant le quai, lorsqu'on vit sortir une flamme de la boîte du moteur et le bois s'enflamma. Aussitôt on donna l'alarme et les pompiers de la station arrivèrent vite avec des grenades et des tuyaux et on éteignit rapidement les flammes.

L'explication officielle donnée dans les journaux est trop bête pour être répétée ici; mais on espère que la Compagnie profitera de ces accidents et remplacera les moteurs avariés. C. D.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 26 mai 1902.

Récepteur de télégraphie sans fil. — Note de M. Édouard Branly. — Jusqu'ici tout récepteur de télégraphie sans fil fonctionne avec un radioconducteur. Pour recevoir une dépêche *inscrite*, on fait usage de l'enregistreur Morse, et le radioconducteur qu'on lui associe est constamment un tube de limaille. Le choix du tube à limaille s'explique par la facilité de sa construction; mais la multiplicité des contacts, les modifications que la frappe apporte aux surfaces en présence, en rendent parfois le jeu variable. Ayant eu l'occasion de rencontrer de l'inconstance dans les meilleurs tubes à limaille, quelle que fût leur origine, j'ai cherché un radioconducteur plus régulier.

En faisant usage du contact *métal oxydé-métal poli* [1], j'ai obtenu un radioconducteur joignant à la régularité une sensibilité supérieure à celle des tubes à limaille utilisables avec le Morse. Chemin faisant, j'ai supprimé le frappeur indépendant, augmenté la vitesse d'inscription et établi un récepteur simple plus avantageux que les récepteurs en usage.

Radioconducteur. — C'est un trépied formé d'un disque circulaire sur lequel sont implantées trois tiges verticales à pointes mousses oxydées. Ces pointes, qui sont actuellement en acier trempé, bien poli, puis oxydé à une température fixe, reposent librement sur un disque en *acier poli*. *Le degré d'oxydation des pointes* [2] *et le poli du disque jouent le rôle essentiel.* En séparant du disque deux pointes à la fois par du papier, on peut s'assurer que les trois contacts sont iden-

[1] *Comptes rendus*, séance du 10 février 1902.

[2] En réglant la température de l'étuve, on dirige à volonté l'oxydation des pointes, ce qui permet d'obtenir sûrement la sensibilité cherchée.

tiques. La légère couche d'oxyde se conserve intacte pendant plusieurs mois.

Premier circuit. — Un élément d'un demi-volt est relié par l'un de ses pôles à la vis supérieure du butoir du Morse; le courant traverse cette vis, passe par une lamelle de platine soudée à la palette mobile, se rend au relais (relais Claude), puis à une résistance variable et au disque d'acier. Le courant traverse les contacts métal poli-métal oxydé et retourne à la pile.

Second circuit. — C'est le circuit dont le courant est déclenché par le relais. Il comprend un élément de pile ou un accumulateur, les contacts fermés par le jeu du relais et les bobines du Morse.

Une étincelle ayant éclaté au poste transmetteur, le premier circuit se ferme par le contact métal oxydé-métal poli, qui devient conducteur; le second circuit se ferme par le jeu du relais. La palette du Morse étant attirée, le circuit *s'ouvre* entre la vis supérieure du butoir et le platine soudé sur la palette; la palette continue son mouvement par sa vitesse acquise, frappe la vis inférieure du butoir et par *ce choc* (qui peut être très faible) opère le retour du trépied. Quand le ressort antagoniste du Morse a réappliqué la palette contre la vis supérieure du butoir, une nouvelle étincelle peut agir. La faiblesse du choc permet de réduire la course de la palette du Morse en rapprochant les deux vis du butoir et d'augmenter la vitesse de transmission.

Le radioconducteur est soustrait à l'influence des étincelles du transmetteur de son propre poste par l'attraction d'un électro-aimant auxiliaire qui sert à soulever très légèrement le trépied pendant que le poste effectue à son tour des transmissions.

Sur la décharge électrique dans la flamme. — Note de M. Jules Semenov, présentée par M. Lippmann. (*Extrait*). — On sait que la variation de la pression, au sein d'un gaz, exerce une influence sur le caractère de la décharge électrique. Cela étant, il m'a paru intéressant d'étudier l'influence, sur la décharge, d'autres facteurs que la pression. A ce point de vue, l'étude de la décharge électrique dans la flamme du gaz présente un grand intérêt.

Je fais passer la décharge d'une bobine d'induction entre un bec de gaz et une pointe métallique, ou entre deux becs de gaz. Avec deux becs de Bunsen ordinaires, donnant des flammes de 10 cm environ de hauteur, on voit jaillir des étincelles entre les deux flammes.

L'étincelle part de l'orifice du bec relié au pôle positif de la bobine, suit la gaine extérieure obscure de la flamme, puis en sort, un peu au-dessus du sommet du cône intérieur, dans la direction normale à la flamme négative, pour s'arrêter à une distance de plus de 1 cm environ de la partie visible de cette flamme. La dissymétrie des pôles est toujours très nette, quel que soit le sens du courant primaire.

L'étincelle reprend son aspect habituel seulement à la sortie de la flamme positive. Dans la flamme même, l'étincelle se traduit par un point brillant sur l'orifice du bec et par un grand éclat de la région comprise entre ce point brillant et le point où l'étincelle sort de la flamme. La lueur de cette région rappelle l'état lumineux d'un tube Geissler, à vide peu avancé.

Comme le courant gazeux du bec Bunsen est très fort, il est plus avantageux d'opérer avec des flammes petites. Je me suis servi, à cet effet, de petits tubes en cuivre de 0,5 mm de diamètre intérieur, qui donnent des flammes fines dont on peut faire varier la hauteur de 1 mm à plusieurs centimètres.

Conclusions. — La décharge électrique dans la flamme, nettement dissymétrique, permet de constater les faits suivants :

1° Le pôle négatif s'échauffe beaucoup plus que le pôle positif;

2° Du pôle positif vers le pôle négatif, et toujours dans un seul sens, il se fait un véritable transport de particules matérielles qui suivent toutes les sinuosités de l'étincelle;

3° Le pôle négatif est le siège d'un phénomène de reflux de particules matérielles dont la direction paraît indépendante de la position relative des deux pôles.

Sur la température de l'arc électrique. — Note de M. Ch. Féry, présentée par M. Lippmann. — I. C'est M. Violle qui a démontré le premier que la température du cratère de l'arc est indépendante de l'intensité du courant, comme représentant un changement d'état physique (ébullition du carbone); cette remarque donne à la détermination de la température du charbon positif de l'arc une importance assez grande.

Ce n'est, on le sait, que par extrapolation de lois physiques bien étudiées qu'on est arrivé à l'évaluation de cette température, M. Violle trouve 3500°, par extrapolation de la loi de variation de la chaleur spécifique du carbone. MM. Wilson et Gray, en extrapolant la courbe représentant le rayonnement de l'oxyde de cuivre, arrivent à 3400° (1). M. Le Chatelier indique 4100° en étudiant par son pyromètre optique l'émission lumineuse ($\lambda = 0,659\,\mu$) des corps noirs. M. Wanner, en extrapolant les droites isochromatiques du charbon des lampes, trouve 3427° pour les charbons à mèche et 3577° pour le charbon de cornue (2).

J'ai moi-même retrouvé une valeur identique à celle qui a été obtenue par M. Violle, en appliquant la loi de Stéfan (3).

II. Il m'a semblé intéressant de contrôler ce résultat par l'emploi d'une autre méthode; je me suis servi des formules récemment indiquées comme représentant l'allure du rayonnement en lumière monochromatique.

Ces formules sont des exponentielles; j'ai choisi celle de Wien : $I_0 = C\lambda^{-5}e^{\frac{c\lambda}{\theta}}$. Les différentes lois proposées ne diffèrent d'ailleurs que pour de très grandes valeurs de la longueur d'onde.

(1) *Proceedings of the Royal Society*, 1895, t. LXIII, p. 24-36.
(2) *Ann. de chim. et de phys.*, 1900, t. II, p. 155.
(3) *Comptes rendus*, 28 avril 1902.

Au point de vue expérimental, le pyromètre optique de M. Le Chatelier semble tout indiqué, mais il devient peu commode lorsque les écarts de température sont grands. Il est nécessaire, on le sait, dans cet appareil où l'équilibre photométrique est obtenu par une lentille à œil-de-chat, d'interposer des verres absorbants devant la source lumineuse lorsque le rayonnement de celle-ci devient trop considérable.

Pour éviter la répétition de cette manœuvre, qui introduit des causes d'erreur qui se totalisent, je ramène l'équilibre photométrique au moyen d'un prisme de verre absorbant très aigu.

La loi de l'absorption étant elle-même une exponentielle $I = I_0 e^{-Kx}$, il est facile de voir que, au moment de l'équilibre photométrique, on a

$$Kx = \frac{B}{\theta} + C.$$

Les constantes K, B et C sont fonction de la longueur d'onde, de l'angle du prisme et de la nature du verre employé.

En d'autres termes, *l'épaisseur x du prisme*, proportionnelle à son déplacement, ***est aussi proportionnelle à l'inverse de la température absolue*** θ du corps supposé noir qu'on étudie.

Cette relation a été vérifiée pour deux longueurs d'onde : rouge $\lambda = 659$ et verte $\lambda = 565$ [1], données par des verres convenables.

Voici les résultats provenant de la comparaison de ce pyromètre à absorption avec un couple platine-platine rhodié, placé dans un four à résistance de platine [2] :

Verre rouge.		Verre vert.	
θ (couple).	θ (pyromètre).	θ (couple).	θ (pyromètre).
•	•	•	•
1100	1098	1270	1272
1150	1137	1340	1335
1180	1169	1410	1415
1250	1227	1470	1462
1290	1288	1500	1512
1400	1397	»	»
1460	1457	»	»
1500	1507	»	»

Il résulte de ces mesures que la loi de Wien est vérifiée dans ces limites; la température absolue est donnée, en lumière rouge par la formule

$$\theta = \frac{10\,000 \times 17.80}{154.7 - d},$$

d étant le déplacement en millimètres donné au prisme, et en lumière verte par

$$\theta = \frac{10\,000 \times 11.71}{77.8 - d}.$$

Les déplacements obtenus par l'arc ont été de 91 mm en lumière rouge et 49 mm en lumière verte, ce qui conduirait à 3867° dans le premier cas et 3897° dans le second.

J'ai pensé d'abord que cette divergence avec la valeur 3490° donnée par la loi de Stéfan pouvait provenir des impuretés des charbons de la lampe que j'employais.

De nouvelles mesures ont donc été faites tant en chaleur qu'en lumière avec des charbons graphitiques très purs; elles ont donné les mêmes résultats.

Si l'on rapproche ces nombres de celui qui a été obtenu par M. Le Chatelier, 4100°, également plus élevé, il semble que *le charbon ne se comporte plus, à son point d'ébullition, comme un corps parfaitement noir*, pour lequel seulement ces formules sont applicables.

Sur les modifications apportées par la self-induction à quelques spectres de dissociation. — Note de M. A. de Grammont, présentée par M. G. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus*.)

Résistivité des sulfures métalliques. — Note de M. J. Guinchant, présentée par M. Haller. — La théorie de la dissociation électrolytique a fourni une explication simple de la conductibilité dans les électrolytes en la ramenant à une simple convection des charges électriques par les ions. La conductibilité des métaux n'a été rattachée jusqu'ici à aucune théorie générale et nous apparait comme propriété isolée de cette catégorie de corps. Dans l'espoir de découvrir quelque lien entre ces deux sortes de conductibilité, je me suis proposé d'étudier les propriétés électriques d'une série de composés métalliques qui semblent, à plusieurs égards, intermédiaires entre les électrolytes et les métaux : parmi les sulfures, séléniures, arséniures..., ceux qui sont formés avec un dégagement de chaleur faible, du même ordre de grandeur que pour les alliages, possèdent un éclat métallique et sont ou deviennent facilement bons conducteurs. Les propriétés électriques de ces corps sont assez mal connues. Certains de ces composés sont regardés comme conduisant électrolytiquement, et l'existence d'électrolytes solides soulève de nombreux et intéressants problèmes. Je me bornerai à envisager aujourd'hui les conclusions qui peuvent être tirées du mode de variation de la résistance avec la température. Pour les métaux, la résistivité croît avec la température; pour les solutions électrolytiques, elle décroît. On a souvent généralisé ce mode de variation et conclu à la nature de la conductibilité d'après le signe du coefficient de température. Cette généralisation ne semble pas légitime, car certains alliages à grande résistivité formés de cuivre-manganèse et fer ou nickel, tous les métalloïdes, ceux bons conduc-

[1] Le verre vert employé est à base d'urane : il laisse passer les trois bandes étroites suivantes sous l'épaisseur de 1 cm employée dans ces expériences : rouge, 0,726 µ à 0,680 µ; jaune vert, 0,572 µ à 0,555 µ; et verte 0,525 µ à 0 512 µ. L'adjonction d'un verre vert ordinaire supprime la bande rouge et atténue beaucoup la dernière bande verte. On peut admettre que la mesure porte sur 0,562 µ.

[2] La matière réfractaire de ce four est du corindon artificiel aggloméré par un silicate alcalin très étendu. Cette matière a les avantages suivants : elle résiste très bien aux températures élevées se comporte par elle-même déjà comme un corps noir, et n'attaque pas le platine comme les terres riches en silice.

teurs comme le charbon, le sélénium, le tellure, tous les mauvais conducteurs ont une résistance qui décroît quand la température croît. Inversement, quelques solutions électrolytiques $[HF_4PO(OH)^3]$ ont un coefficient de température qui s'annule et change de signe au-dessous de 100°. On sait que la plupart des sulfures naturels, ou obtenus par fusion dans les conditions ordinaires, ont une résistance rapidement décroissante à mesure que la température s'élève.

J'ai déterminé la résistance à différentes températures des sulfures de plomb, d'étain (SnS), de fer (FeS), de cuivre (Cu^2S), d'antimoine et d'argent.

Je me suis servi de sulfures précipités purs et débarrassés par fusion de l'excès de soufre qui les accompagne quelquefois; le produit, fondu à nouveau, était coulé dans des lingotières cylindriques et obtenu en bâtons de 5,5 mm de diamètre et 7 cm de longueur. Pour la mesure des résistances, j'ai adopté la mesure différentielle qui m'a paru la plus sûre et la plus rapide. Le bâton était muni à ses extrémités de deux fils et entre celles-ci, à 1 cm environ, de deux prises de courant reliées à l'un des circuits d'un galvanomètre différentiel Thomson; ce circuit comprenait des résistances variables de 1 ω à 110 000 ω. Le second circuit du différentiel était relié à deux fiches, mobiles sur des résistances de 0,001 ω à 150 ω. Ces résistances étaient intercalées avec le bâton de sulfure dans le circuit d'un accumulateur; une clef de contact et des résistances additionnelles de 10 ω à 1000 ω permettaient de faire la lecture de 0 en envoyant pendant un temps très court un courant d'intensité très faible. Les forces thermo-électriques produisaient des déplacements permanents du 0 sans aucune influence sur les mesures. Le sulfure était placé à l'intérieur d'un tube épais de cuivre chauffé dans un four électrique à fil de nickel. La température était mesurée par un couple platine-platine iridié placé à l'intérieur du tube de cuivre vers le milieu du bâton et dans les mêmes conditions d'isolement.

J'indiquerai ici les résistivités, calculées d'après les mesures de résistance, pour trois types caractéristiques de sulfures qui semblent se présenter sous des états toujours comparables et donner des mesures concordantes quelles que soient les conditions de trempe ou de recuit.

Sulfure de plomb PbS. — Fusion à 1085°, ébullition à 1015°. Corps très bon conducteur à la température ordinaire; la résistance croît continuellement avec la température; de — 25° à + 100°, la résistivité varie à peu près proportionnellement à la température et peut être représentée par la relation

$$\rho_t = 0{,}000298\,(1 + 0{,}00501\,t).$$

L'allure de la courbe entre + 900° et — 25° fait prévoir une tangente horizontale et par conséquent un minimum de résistivité, mais à une température très basse, probablement inférieure à — 100°,

t°.	— 25°	32°,5	118°	240°
ρ.	0,000264	0,000377	0,000508	0,000908
t°.	— 452°	670°	840°	920°
ρ.	0,00231	0,00545	0,00899	0,01294

Sulfure d'étain SnS. — Fusion pâteuse de 950° à 1000°, ébullition à 1090°. Mauvais conducteur à la température ordinaire; la résistance décroît continuellement par élévation de température, mais tend à devenir constante vers le point de fusion. De 0° à 100°, la résistivité varie à peu près linéairement avec la température,

$$\rho_t = 1071\,(1 - 0{,}00662\,t).$$

t°.	15°,4	50°	100°	190°	240°	322°
ρ.	963	696	362	123	64,9	18,4
t°.	414°	550°	692°	840°	920°	
ρ.	5,89	1,77	0,575	0,122	0,034	

Sulfure de fer FeS. — Fusion à 925°. Assez bon conducteur à froid. La résistance diminue d'abord quand la température croît jusqu'à 550°; elle croît ensuite pour reprendre, vers 870°, la même valeur qu'à 200°.

Pendant le refroidissement, les valeurs de la résistance sont en retard sur celles qui correspondent à la même température pendant l'échauffement; d'abord un peu plus grandes à partir de 870°, elles coïncident à 480°, puis continuent à décroître jusque vers 320° pour passer par un minimum et revenir en concordance à partir de 95°.

Période d'échauffement.

t	15°	90°	130°	280°	350°
ρ.	0,0998	0,0514	0,00826	0,00125	0.00102
t	495°	580°	672°	868°	
ρ.	0,00087	0,00087	0,00099	0,00171	

Période de refroidissement.

t	868°	670°	580°	465°	350°
ρ.	0.00171	0,00112	0,00099	0.00086	0,00079
t	249°	150°	95°	8°	
ρ.	0,00090	0,00605	0,0273	0,105	

De 0° à 100°, la résistivité peut être représentée par la relation linéaire

$$\rho_t = 0{,}1114(1 - 0{,}00798\,t).$$

Les autres sulfures étudiés se rattachent à l'un ou à l'autre des types précédents, suivant la grandeur de leur conductibilité. Pour tous, la vitesse de variation de la résistance $\frac{\Delta R}{\Delta t}$ augmente continuellement avec la température en partant, au voisinage de 0°, d'une valeur d'autant plus grande que la résistivité est elle-même plus grande. Cette valeur initiale est positive et reste, par conséquent, positive pour les bons conducteurs; elle est négative pour les moins bons conducteurs, mais augmente jusqu'à s'annuler et même changer de signe quand la résistivité atteint une valeur suffisamment faible. Il est ainsi vraisemblable que *le signe du coefficient de température dépend de la grandeur de la résistivité, ou des causes qui la déterminent, non pas des phénomènes accessoires, tels que l'électrolyse, qui peuvent accompagner le passage du courant.*

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 juin 1902.

A propos du procès-verbal de la dernière séance, M. Pollak précise les résultats auxquels il est arrivé, depuis 1893, sur l'emploi des redresseurs pour courants alternatifs et, depuis 1895, sur les redresseurs à aluminium.

L'emploi des sels alcalins, et spécialement des phosphates, comme électrolytes a permis de monter de 20 volts à plus de 100 volts les tensions des courants redressés (*Brevet anglais*, 19 septembre 1896; *Comptes rendus de*

l'Académie des Sciences, 21 juin 1897; *Brevet allemand*, 21 août 1898).

Les clapets de M. Pollak, tout en servant de condensateurs, ont même pu être employés jusqu'à 200 volts (*Comptes rendus*, 21 juin 1897 et 10 juin 1901); le montage employé permettait l'utilisation des deux phases du courant alternatif. Un rendement de plus de 75 pour 100 a été constaté au laboratoire de la Société de Physique de Francfort (février 1899). Des courbes de courant complètement redressé ont été obtenues à diverses reprises et notamment, en 1901, avec l'ondographe de M. Hospitalier (*Éclairage électrique*, 27 juillet 1901).

M. Pollak a réalisé plusieurs applications industrielles de ses appareils en alimentant, en 1895, des moteurs et lampes à arc à courant continu (*Zeitschrift für Electrochemie*, Heft 2, 1897-1898), en chargeant les accumulateurs de tramways électriques de son système à Francfort. Enfin, en juin 1901, à la Société internationale des Électriciens, avec un de ses appareils, M. Pollak a chargé les accumulateurs d'un automobile et actionné un moteur à courant continu de 6 chevaux.

Interrupteur-turbine pour courants électriques; par MM. Lecarme frères et Michel. — L'étude de la rupture d'un circuit comprenant un self-inducteur traversé par un courant intense et de grande force électromotrice montre qu'il se forme une étincelle d'extra-courant dont la température est assez élevée pour volatiliser les extrémités du circuit métallique et donner lieu à un arc; le courant n'est donc pas de ce fait annulé instantanément. Il s'ensuit que, si l'on produit cette rupture un certain nombre de fois par seconde, ainsi que cela arrive dans les interrupteurs, il y a fusion des métaux faisant contact, et l'*interrupteur colle*. Nous avons cherché à éviter *ce phénomène* en faisant fonctionner un trembleur de Neef dans un courant d'eau projeté violemment sur l'étincelle de rupture : le résultat a été négatif.

Comme, d'autre part, l'emploi du mercure est à rejeter en ce sens que non seulement l'appareil ne reste pas identique à lui-même pendant toute la durée du fonctionnement à cause de l'émulsion formée, mais encore parce que deux contacts consécutifs ne sont jamais semblables, nous avons cherché quels étaient les métaux donnant lieu aux meilleurs résultats et la manière dont le contact et la rupture devaient se produire. Ces résultats obtenus, nous avons essayé divers liquides diélectriques et nous nous sommes arrêtés à l'huile de pétrole.

Dans l'appareil en question et pour un courant de force électromotrice donnée, l'intensité du courant dépend uniquement de la pression des balais mobiles (laiton) sur les balais fixes (cuivre rouge); l'appareil est d'ailleurs réglé de sorte qu'il ne passe jamais plus de 1 ampère pour 1 cm^2 de surface de contact.

En raison de la disposition de la turbine et de l'inclinaison des balais par rapport aux rayons menés de l'axe de rotation à la périphérie, l'intensité du courant croît de 0 à 1 ampère par centimètre carré de surface des balais d'une façon progressive : pendant ce temps la turbine comprime le pétrole, et, au moment où les quatre balais mobiles quittent les balais fixes, ce qui a lieu brusquement puisque les premiers sont tordus par la pression comme des ressorts, le pétrole s'échappe avec force et souffle l'étincelle de rupture en même temps qu'il refroidit les contacts. Cet appareil donne des résultats remarquables, tant au point de vue du rendement que de sa durée. Il donne un nombre d'interruptions qui peut varier à volonté depuis 10 à 200 par seconde, et les étincelles fournies par la bobine qu'il actionne sont toutes identiques et parfaitement régulières. Les résultats sont excellents en ce qui concerne son application à la télégraphie sans fil, à la radioscopie (vision très nette des battements du cœur), à la radiographie et à la haute fréquence. Une petite bobine donnant par exemple, 25 cm d'étincelle, actionnée par l'interrupteur-turbine au moyen du courant de 140 volts, donne des résultats supérieurs à ceux obtenus avec une bobine de 40 cm d'étincelle actionnée par un interrupteur à mercure.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance extraordinaire du 18 juin 1902.

Le mois dernier une discussion s'était engagée devant la Société au sujet des **Alternateurs auto-excitateurs**; elle n'avait pu se terminer, c'est ce qui explique la séance extraordinaire du 18 juin.

Discussion vive et animée au début entre les principaux intéressés, MM. Heyland et M. Latour, à laquelle prennent part ensuite MM. Boucherot, Rey, Janet, Hospitalier, etc. Des observations fort justes ont été émises de part et d'autre, mais pas plus de cette discussion que des nombreux articles et correspondances échangées dans ce journal même, il n'a paru résulter aucun point bien saillant. L'expérience seule pourra donner une sanction à ces nouvelles machines. A. S.

BIBLIOGRAPHIE

Formules et tables pour le calcul des conducteurs aériens, par F. Loppé. — *E. Bernard et Cie*, éditeurs. Paris, 1902.

Véritable travail de Bénédictin, cette publication de notre excellent collègue, M. Loppé, est destinée à rendre de précieux services dans les calculs toujours longs et fastidieux, bien que de première importance, des canalisations électriques. Nous y retrouvons, avec tout le développement qu'elle comporte, l'étude dont le *Bulletin de la Société internationale des Électriciens* nous avait, il y quelque temps, donné la primeur et le résumé.



Elle comprend trois grandes divisions bien nettes correspondant : l'une, à l'établissement des formules constitutives des tables qui composent la seconde, tandis que la troisième s'adresse aux yeux en présentant, sous forme de courbes toujours si frappantes, les résultats fournis par le calcul. Enseignement didactique, numérique et schématique, tels sont, en conséquence, les trois modes éminemment pratiques sous lesquels l'auteur présente ses intéressantes données.

La première grande division renferme, après une courte introduction, sept parties ainsi spécifiées par la table des matières, dont nous ne pouvons, suivant notre manie, résister à rectifier les erreurs nuisibles à son intelligence : Tranformation des mesures anglaises en mesures françaises et réciproquement (probablement introduite ici en vue de faciliter le collationnement avec les nombreuses données américaines sur la matière, et qui, pour rompre un peu la monotonie de l'uniformité, ne concorde pas tout à fait avec celle du *Formulaire de l'Électricien*); Résistance électrique et échauffement des conducteurs; Détermination de l'inductance des lignes aériennes; Détermination des portées (et non des *postes*) des lignes aériennes; Influence de la variation de la température et de l'effort (et non pas de l'*effet*) par mètre courant sur les conducteurs aériens; Considérations sur les lignes aériennes; Résistance des poteaux. Ces sept parties occupent un peu plus de la moitié du livre. Elles sont suivies de 35 tables numériques très complètes et très complexes et de 20 séries de courbes correspondantes qui parfont très heureusement l'ouvrage. Nous lui souhaitons tout le succès que mérite son sympathique auteur. E. B.

Étude pratique sur les différents systèmes d'éclairage, par Defays et Pittet. — *Encyclopédie des Aide-mémoire.* — *Gauthier-Villars* et *Masson et Cie*, éditeurs. Paris. (Prix : 2,50 fr.)

Bien que la conception de ce petit volume ne nous semble pas bien originale (MM. Julien Lefèvre et autres pourraient, si nous ne nous trompons, en réclamer la priorité), il n'est pas mauvais d'en voir surgir de temps en temps quelque nouvelle mise au point en rapport avec le développement incessant des modes d'éclairage. Tandis que certains illuminants disparaissent, d'autres demandent leur place, non pas au soleil, mais à l'ombre, et, laissant aujourd'hui de côté les huiles végétales et la bougie démodées, la lutte se circonscrit entre le gaz de houille, l'acétylène, le pétrole et ses succédanés, l'alcool et l'électricité. — A côté d'une partie historique toujours intéressante, l'exposé des avantages, mérites ou inconvénients absolus ou relatifs de chacun d'eux est un guide utile dans le choix auquel on peut être appelé ; mais il est un élément au moins aussi précieux d'appréciation dont on ne tient pas toujours assez compte et sur lequel cet opuscule appelle avec raison l'attention, ce sont les circonstances, en apparence accessoires et en réalité fondamentales, de la nature des emplacements à éclairer, du genre de travail à effectuer sous cet éclairage et de sa durée annuelle, ou du moins de sa répartition sur l'ensemble de l'année; bref, circonstances de lieu, de travail et de temps, à côté de celles de sécurité, de beauté et d'économie. — C'est ainsi qu'on arrive à donner un intérêt et une utilité réels aux œuvres les plus modestes en apparence. E. B.

La traction mécanique et ses applications à la guerre, par Layriz. — Traduction de l'allemand. — Bruxelles et Paris (*Chapelot et Cie*), 1902.

La faible place que peut tenir l'électricité en cette matière nous dispense de parler longuement d'une publication qui, traduite en belge par un officier belge, parait viser surtout les guerres belges. Elle a en effet pour résultat, sinon pour but principal, l'exaltation de la locomotive routière Fowler, qui, dans des circonstances données toutes particulières de sage lenteur, de beau temps, de routes admirablement entretenues, planes et non préalablement défoncées par le passage de l'artillerie, pourra, comme la bicyclette, rendre des services très en arrière du front de bataille, quand elle ne sera pas un trop grand encombrement, et servira, en tout cas, de marchepied en temps de paix et de refuge en temps de guerre à quelques privilégiés. E. B.

Contribution à l'étude des pertes d'énergie dans les diélectriques, par Mercanton. — *Corraz et Cie*, éditeurs. Lausanne, 1902.

D'ordre bien différent sont cette dissertation et ces recherches relatives à un des points encore les moins connus de la science électrique. Nous ne nous y arrêtons que pour les signaler sous la forme modeste indiquée par le titre ci-dessus, en attendant que le patient et laborieux groupement d'un certain nombre de travaux analogues, dont celui-ci ouvre la voie, permette l'établissement définitif de la théorie de la manière dont se comportent les diélectriques dans les appareils qui les mettent en œuvre. E. B.

Traité pratique d'électricité, par A. Soulier. — *Garnier frères*, éditeurs. Paris, 1902.

Nom bien pompeux pour un petit livre qui n'est, en somme, qu'une nouvelle tentative d'exposé des principales applications de l'électricité à l'usage des gens du monde. Titre bien pompeux pour n'avoir pas été imposé à l'auteur dont nous connaissons et apprécions l'allure modeste et qui, s'il eût voulu parer ainsi sa marchandise, n'aurait au moins pas omis dans le sous-titre la partie qui le justifierait le mieux, soit les Notions préliminaires et les Sources d'énergie électrique, piles, machines et accumu-

lateurs, par lesquelles débute le volume. Au lieu de cela, l'indication sommaire de « Sonneries électriques, Téléphones, Éclairage électrique, Rayons X, Télégraphie sans fil » montre bien la véritable destination de la publication dans l'esprit des éditeurs. Tant mieux d'ailleurs; ce sera peut-être la première fois que, respectueux de ses lecteurs comme de lui-même, un vulgarisateur de notre pauvre science aura été C.G.S. et leur aura inculqué des notions vraies sans être pour cela d'une intelligence ou d'une assimilation plus difficiles;... au contraire.

C'est une bonne note pour le succès. E. B.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

316 534. — **Krouchkoll.** — *Perfectionnements aux tubes à décharges électriques, à vide variable, genre Crookes* (4 décembre 1901).

316 586. — **Arnheim.** — *Installation pour plusieurs postes téléphoniques raccordés à une ligne commune d'un réseau téléphonique* (5 décembre 1901).

316 551. — **Thomas et Pinetre.** — *Tableau distributeur électrique de poche pour la charge des accumulateurs par toute source d'électricité convenable, domestique ou autre, à courant continu* (20 novembre 1901).

316 583. — **Compagnie générale de constructions électriques.** — *Interrupteur électrique* (5 décembre 1901).

316 596. — **Peck.** — *Système de distribution électrique* (6 décembre 1901).

316 626. — **Salmin.** — *Perfectionnements aux alternateurs et transformateurs* (7 décembre 1901).

316 686. — **Orr.** — *Récepteur téléphonique* (9 décembre 1901).

316 745. — **Taisey.** — *Tube pneumatique pour dépêches* (10 décembre 1901).

316 764. — **Cadwell.** — *Perfectionnements aux transmissions téléphoniques* (10 décembre 1901).

316 668. — **Vasseur.** — *Nouvel accumulateur électrique portatif* (9 décembre 1901).

316 763. — **Heyland.** — *Compoundage des générateurs à courants alternatifs* (10 décembre 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société française pour la fabrication des accumulateurs électriques. — Cette Société a pour objet : la fabrication, la vente et la location d'accumulateurs électriques, de tous appareils électriques et de tous objets généralement quelconques se rapportant à l'électricité; l'entreprise d'installations mécaniques et électriques et toutes entreprises quelconques se rapportant à l'électricité; la formation de toutes Sociétés pour exploiter, tant en France qu'à l'étranger, tous procédés ou entreprises électriques.

Le siège de la Société est à Paris, rue Taitbout, 44.

La durée de la Société est fixée à trente années, à dater du 13 février 1902, date de sa constitution définitive.

M. Bonhivers apporte à la Société : les conventions verbales qu'il a passées au sujet des affaires pour lesquelles la Société se constitue et notamment celles avec la maison Schulz, de Witten; les affaires en cours qu'il peut avoir, telles qu'elles se comportent; sa clientèle et ses relations dans la clientèle électrique.

L'entrée en jouissance des biens et droits ci-dessus apportés remonte au 1er décembre 1901.

Mme la baronne d'Hangouwart apporte à la présente Société : le matériel, fonds de commerce, clientèle, moules, procédés et modèles provenant de la liquidation Chalmeton et Cie, et ensemble par là même, le fonds de commerce et la clientèle de Vals et Cie, dont elle s'est rendue acquéreur à la liquidation Chalmeton et Cie.

L'entrée en jouissance des biens et des droits apportés ci-dessus remonte à la date de la constitution définitive de la Société.

En représentation de ces apports, il est attribué :

1° A M. Bonhivers 400 actions de 100 fr entièrement libérées; et à Mme la baronne d'Hangouwart 400 actions de 100 fr entièrement libérées.

2° A M. Bonhivers 8000 fr. en espèces; et à Mme la baronne d'Hangouwart 8000 fr en espèces.

3° A chacun des apporteurs 500 parts de fondateurs dont les droits sont fixés ci-après.

Le fonds social est fixé à 100 000 fr et divisé en 1000 actions de 100 fr chacune. Sur ces 1000 actions, il en est attribué 800 comme il est dit ci-dessus, en représentation des apports. Les 200 actions de surplus sont émises contre espèces et le montant en est payable, un quart en souscrivant et le surplus dans la huitaine suivant la constitution définitive de la Société.

Les 800 actions d'apport ne pourront être détachées de la souche et ne seront négociables que deux ans après la constitution définitive de la Société. Elles seront nominatives pendant ce temps et frappées d'un timbre indiquant leur nature et la date de la constitution de la Société.

Le fonds social pourra être augmenté en une ou plusieurs fois par décision d'une Assemblée générale extraordinaire. Les augmentations auront lieu par l'émission de nouvelles actions délivrées, soit contre espèces, soit contre apports.

Le fonds social pourra être aussi réduit, soit par voie de remboursement, soit autrement par décision d'une Assemblée générale extraordinaire.

La Société est administrée par un Conseil composé de deux membres au moins et de sept au plus pris parmi les actionnaires et nommés par l'Assemblée générale des actionnaires. Les administrateurs sont nommés pour six ans.

Le premier Conseil est nommé par la deuxième Assemblée générale constitutive de la Société.

Tout administrateur sortant est rééligible. Dans le cas de vacances survenues par décès, démission ou toute autre cause, les membres restant en fonctions dans le Conseil d'administration, s'ils le jugent utile, pourvoient provisoirement au remplacement, et l'Assemblée générale la plus prochaine procède à l'élection définitive. Ils seraient tenus de pourvoir de suite à ce remplacement, si le nombre des administrateurs descendait au-dessous de deux. L'administrateur ainsi nommé, en remplacement d'un autre, ne reste en fonctions que pendant le temps qui restait à courir de l'exercice de son prédécesseur.

Le Conseil d'administration peut encore à toute époque se compléter s'il le juge utile, jusqu'au nombre de sept ci-dessus

prévu, sauf à faire confirmer leur nomination par la plus prochaine Assemblée générale.

Après la sixième année, le Conseil se renouvelle d'abord en entier et ensuite par tiers tous les deux ans, les administrateurs dont le mandat sera à renouveler seront tirés au sort, jusqu'à ce qu'un roulement soit établi.

Le Conseil nomme chaque année parmi ses membres un président qui peut être indéfiniment réélu. En cas d'absence, le Conseil désigne celui de ses membres qui doit provisoirement en remplir les fonctions.

Le Conseil d'administration se réunit au siège de la Société ou dans tout autre lieu qu'il appartiendra, aussi souvent que l'intérêt de la Société l'exige et au moins une fois par mois. Les réunions ont lieu sur la convocation faite par le président ou, en son absence, par un des administrateurs. Le Conseil peut, en outre, toujours être convoqué à la demande de l'un de ses membres.

Les décisions sont prises à la majorité des voix des membres présents, la voix du président étant prépondérante en cas de partage.

Pour la validité des délibérations, il faut la présence de deux membres au moins ou de trois si le nombre des administrateurs est de plus de six.

Nul ne peut voter par procuration dans le sein du Conseil d'administration.

Les délibérations du Conseil sont constatées par des procès-verbaux inscrits sur un registre spécial et signés par le président et un des membres présents. Les copies ou extraits de ces délibérations à produire en justice ou ailleurs sont certifiés par le président ou par un administrateur.

Le Conseil d'administration est investi des pouvoirs et droits les plus étendus pour gérer et administrer tous les biens et affaires de la Société et pour traiter toutes les opérations relatives à son objet, notamment : il touche les sommes qui peuvent être dues à la Société, effectue tous retraits de cautionnement en espèces ou autrement et donne toutes quittances et décharges. Il statue sur les appels de fonds à faire sur les actions. Il autorise toutes mainlevées de saisies mobilières et immobilières, d'oppositions ou d'inscriptions hypothécaires ainsi que tous désistements de priviléges et autres droits, le tout avec ou sans payement; il consent toutes antériorités et toutes subrogations avec ou sans garantie. Il autorise toutes actions judiciaires tant en demandant qu'en défendant. Il traite, transige et compromet sur tous les intérêts de la Société. Il fixe les dépenses générales d'administration. Il prend à bail, pour un temps excédant même neuf années et aux conditions qu'il jugera convenables, tous locaux et terrains destinés aux opérations de la Société, il fait exécuter tous travaux d'appropriation et de réparation, toutes constructions, passe tous devis et marchés.

Il achète, revend et fait construire tous immeubles destinés en tout ou partie aux services qui font l'objet de la Société. Il passe tous baux, pour le temps et aux conditions qu'il jugera convenables des immeubles appartenant à la Société : il conclut tous traités, marchés, soumissions et entreprises à forfait ou autrement, demande et accepte toutes concessions, le tout rentrant dans l'objet de la Société, et contracte à l'occasion de toutes opérations tous engagements et obligations au nom de la Société.

Il statue sur les études, projets, plans et devis proposés pour l'exécution des travaux, il fixe tous modes de payement vis-à-vis des débiteurs de la Société.

Il peut contracter tous emprunts par voie d'ouverture de crédit, émission d'obligations ou autrement de sa seule autorité. Il peut accepter en payement toutes annuités et délégations et accepter tous gages et autres garanties de quelque nature qu'elles soient. Il accepte tous dépôts d'argent ou de titres qui sont la conséquence de ces opérations et en délivre récépissé.

Il signe tous billets, traites, lettres de change et mandats.

Il détermine, au mieux des intérêts de la Société, l'emploi du capital social, des réserves et des fonds libres. Il autorise tous retraits, transferts, transports et conversions ou aliénation de fonds, rentes, créances, annuités, biens et valeurs quelconques appartenant à la Société, et ce, avec ou sans garantie.

Il nomme, révoque tous employés ou agents de tout rang et de tout ordre, détermine leurs attributions, arrête avec eux tous traités et conventions et fixe le montant et le mode de leur rémunération.

Il arrête les comptes à soumettre à l'Assemblée générale et propose la répartition des dividendes.

Il convoque les Assemblées générales ordinaires et extraordinaires, détermine les propositions à leur soumettre et fixe l'ordre du jour. Il propose notamment toutes augmentations du capital et toutes modifications aux statuts.

Il fait un rapport à l'Assemblée générale annuelle sur les comptes et la situation des affaires sociales. Et généralement, il statue sur toutes les affaires et pourvoit à tous les intérêts de la Société.

Les pouvoirs ci-dessus conférés sont énonciatifs et non limitatifs des droits du Conseil, ces pouvoirs devant être aussi étendus que ceux du gérant le plus autorisé d'une Société commerciale en nom collectif.

Le Conseil d'administration représente la Société en justice, en conséquence c'est à sa requête ou contre lui que doivent être intentées toutes actions judiciaires.

Les actes engageant la Société vis-à-vis des tiers, doivent porter la signature de l'administrateur délégué ou du directeur.

Le Conseil peut déléguer tout ou partie de ses pouvoirs à un ou plusieurs administrateurs soit même à un mandataire spécial pris en dehors du Conseil. Il fixe les émoluments et la portion revenant à ces mandataires dans la part de bénéfices mise à la disposition du Conseil par l'article 44 des statuts.

L'exécution des décisions du Conseil d'administration pourra être confiée à un directeur, lequel serait en outre chargé de la gestion journalière de la Société. Le directeur assisterait de droit aux réunions du Conseil, mais avec voix consultative seulement. Le directeur peut être pris parmi les membres du Conseil, auquel cas, il a voix délibérative.

Le directeur s'occupe de toute la direction des affaires sociales; il propose au Conseil toutes les opérations qu'il croit convenables et lui soumet toutes propositions utiles à la marche de la Société.

Le directeur est nommé et révoqué par le Conseil d'administration qui fixe ses émoluments et la durée de ses fonctions.

Il est nommé chaque année par l'Assemblée générale ordinaire un ou plusieurs commissaires chargés de remplir la mission prescrite par les articles 32, 33 et 34 de la loi du 24 juillet 1867; ils peuvent être réélus. S'il en est nommé plusieurs et s'il venait à se produire des empêchements ou des décès le ou les commissaires restant exerceront seuls lesdites fonctions.

L'Assemblée générale régulièrement constituée représente l'université des actionnaires; ses décisions sont obligatoires pour tous, même pour les absents, les dissidents ou les incapables.

Elle se compose de tous les propriétaires de cinq actions. Néanmoins tous propriétaires d'un nombre d'actions inférieur à celui ci-dessus déterminé pour être admis à l'Assemblée peuvent se réunir pour former le nombre nécessaire et se faire représenter par l'un d'eux.

L'Assemblée générale ordinaire se réunit chaque année dans le courant du mois de mars. Elle se réunit en outre en Assemblée extraordinaire chaque fois que le Conseil en reconnait



l'utilité ou sur la convocation des commissaires. Les convocations doivent être faites par un avis inséré vingt-cinq jours avant l'époque de la réunion, dans un des journaux d'annonces légales de Paris.

Les Assemblées ayant à délibérer sur la vérification des apports, sur la nomination des premiers administrateurs, sur la déclaration faite par les fondateurs, aux termes de la loi du 24 juillet 1867 doivent être composées d'un nombre d'actionnaires représentant au moins le quart du capital social en numéraire.

Les Assemblées générales qui ont à délibérer dans les autres cas que ceux prévus par les articles 30 et 31 de la loi du 24 juillet 1867, doivent être composées d'un nombre d'actionnaires représentant au moins le quart du capital social.

Dans le cas où une première Assemblée ne comporterait pas cette quotité, il serait procédé à une deuxième convocation dans les quinze jours qui suivraient cette première Assemblée.

Dans ce cas, le délai entre la publication de l'avis et la réunion serait réduit à dix jours et le délai pour le dépôt des actions cinq jours avant l'Assemblée.

Dans cette deuxième Assemblée, la délibération sera valable quel que soit le nombre des actions représentées, mais seulement sur les objets à l'ordre du jour de la première Assemblée.

Les délibérations de l'assemblée générale sont prises à la majorité des voix des membres présents ou représentés. Chacun d'eux a autant de voix qu'il représente de fois cinq actions, soit comme propriétaire, soit comme mandataire.

Le nombre des voix pour un actionnaire est limité à dix dans les délibérations prévues par le paragraphe 2 de l'article 27 de la loi du 27 juillet 1867. En cas de partage, la voix du président est prépondérante.

L'ordre du jour est arrêté par le Conseil d'administration. Il n'y est porté que des propositions émanant du Conseil ou des commissaires, ou qui ont été communiquées au Conseil un mois au moins avant la réunion, avec la signature des membres de l'Assemblée représentant au moins un quart du capital social. Il ne peut être mis en délibération que des objets portés à l'ordre du jour.

L'Assemblée générale ordinaire entend le rapport du Conseil d'administration, elle discute les comptes, les approuve ou les redresse, fixe les dividendes à répartir, mais la délibération qui porte l'approbation des comptes est nulle, si elle n'a pas été précédée de la lecture du rapport du ou des commissaires.

L'Assemblée nomme les administrateurs dont les fonctions sont expirées ou qu'il y a lieu de remplacer par suite de décès, démission ou autres causes.

Elle nomme les commissaires.

Elle délibère sur les propositions portées à l'ordre du jour.

Elle confère au Conseil d'administration tous pouvoirs et autorisations nécessaires dans les cas prévus ou imprévus. Enfin, elle délibère ou statue sur tous les cas quelconques pouvant intéresser la marche des affaires sociales.

Les délibérations de l'Assemblée générale sont constatées par des procès-verbaux inscrits sur un registre spécial et signés par les membres du bureau. Les copies ou extraits de ces procès-verbaux à produire partout où besoin sera, sont certifiés par le président du Conseil d'administration ou par un administrateur. Il est tenu une feuille de présence, elle contient les noms et domiciles des actionnaires et le nombre d'actions représentées par chacun d'eux.

L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre. Le premier exercice comprend le temps écoulé entre la constitution définitive de la Société et le 31 décembre 1902.

Sur les bénéfices nets il est prélevé : 5 pour 100 pour constituer la réserve légale. Ce prélèvement cessera d'être obligatoire lorsque la réserve atteindra le dixième du capital social. Il reprendrait son cours si la réserve venait à être entamée. (*La publication faite dans le numéro des* Petites-Affiches *du 8 mars 1902 ne mentionne pas le mode de répartition des bénéfices, ainsi que les émoluments du Conseil, c'est-à-dire le complément de l'article 44 des statuts.*)

L'Assemblée générale peut, sur l'initiative du Conseil d'administration, apporter aux statuts toutes modifications reconnues utiles. Elle peut décider notamment l'augmentation, la diminution du capital social, son amortissement total ou partiel, la prolongation ou la dissolution anticipée de la Société, sa réunion ou sa fusion avec d'autres Sociétés constituées ou à constituer.

Dans ces divers cas, et dans tous ceux relatifs à la modification des statuts, les avis de convocation doivent contenir l'indication de l'objet de la réunion et l'Assemblée générale n'est légalement constituée et ne peut délibérer que si la moitié du capital social est représentée.

En cas de perte des trois quarts du capital social, les administrateurs devront convoquer l'Assemblée générale de tous les actionnaires à l'effet de statuer sur la question de la dissolution de la Société. A défaut de convocation par le Conseil, le ou les commissaires peuvent réunir l'Assemblée générale. La résolution de l'Assemblée est, dans tous les cas, rendue publique.

A l'expiration de la Société, ou en cas de dissolution anticipée, l'Assemblée générale est convoquée d'urgence par le Conseil d'administration et, sur sa proposition, règle le mode de liquidation et nomme un ou plusieurs liquidateurs.

Les liquidateurs pourront, en vertu d'une décision de l'Assemblée générale, faire le transport ou l'apport à une autre Société ou à toute autre personne des droits, actions et obligations de la Société dissoute.

Pendant le cours de la liquidation, les pouvoirs de l'assemblée générale continueront comme pendant l'existence de la Société : elle a notamment le droit d'approuver les comptes de la liquidation et d'en donner quittance.

La deuxième Assemblée constitutive de la Société, tenue le 13 février 1902, a nommé administrateurs MM. Fédor Bonhivers et Amédée Crapez d'Hangouwart, et commissaires MM. Jules Legros et Maurice Goddyn.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société industrielle des Téléphones. — *Assemblée générale du 7 décembre* 1901. — Aux actionnaires présents à cette assemblée, le Conseil d'administration a donné lecture de son rapport sur l'exercice social 1900-1901, clos le 30 juin 1901, et du bilan qui en résume les opérations.

Le Conseil déclare tout d'abord que l'exercice 1900-1901, comme le précédent, a été exceptionnellement favorable et laisse un bénéfice net équivalent à celui de l'année précédente; le gouvernement a donné à la Société la commande du câble sous-marin reliant les possessions françaises de l'Indo-Chine à la côte chinoise, et cette commande, malgré des difficultés techniques assez grandes et surtout malgré l'incendie de l'usine de Calais, a pu être exécutée sans aucun incident, dans les délais primitivement fixés. C'est un résultat très important, car il démontre que les moyens d'action et les approvisionnements de la Société répondent aux besoins du pays. Cela permet également d'espérer que les efforts faits par la Société pour établir en France l'industrie des câbles sous-marins ne seront pas inutiles.

Le dernier exercice, comme nous l'avons dit plus haut, a été aussi favorisé que le précédent ; il se solde par un bénéfice net de 2 722 733 fr, chiffre inférieur d'une vingtaine de mille francs seulement à celui de l'exercice précédent.

Sur ce montant, les dividendes et les tantièmes n'absorbent qu'une proportion de 40 pour 100 environ. Le complément de 60 pour 100 va aux comptes de prévoyance.

La parcimonie du Conseil lui est commandée par le chiffre

encore élevé pour lequel les usines figurent au bilan et surtout par l'aléa des participations industrielles.

En ce qui concerne les usines, leur évaluation est en diminution de 342 176,82 fr, différence entre l'amortissement de 500 000 fr voté par l'Assemblée de l'année dernière et la dépense de 157 823,18 fr effectuée dans le cours de l'exercice, par suite de différentes installations. En fin de compte, les usines figurent au bilan pour 11 190 713,61 fr, ce qui est un chiffre encore élevé. On verra plus loin qu'un amortissement de 500 000 fr a été voté pour ce chapitre, ce qui ramène cette partie de l'actif immobilisé à 10 690 173,61 fr.

Quant aux participations industrielles, que la Société, par la nature spéciale de son industrie, la fabrication des câbles, avait été en quelque sorte contrainte de prendre pour se procurer des commandes pour ses usines, elles ont toujours été du caractère le plus aléatoire. Nous pouvons citer particulièrement à ce sujet : la Compagnie Française des câbles télégraphiques, la Société générale Française des télégraphes, les établissements Lazare Weiller, la Compagnie industrielle de traction.

Si de ce côté la Société industrielle des Téléphones n'a pas été absolument heureuse, on doit reconnaître que, dans ces dernières années, le Conseil a pratiqué, au moyen de prélèvements sur ses bénéfices, de larges amortissements sur cette partie aléatoire de l'actif.

Au 31 décembre 1900, le chiffre des participations ne figurait plus au bilan que pour 3 648 100,30 fr. Le montant pour lequel elles figurent à l'actif du bilan a été réduit cette année : 1° de 1 million de francs, amortissement voté l'année dernière par l'assemblée; et 2° de 778 100,30 fr de réductions opérées au moyen de différentes réalisations et d'un prélèvement sur les bénéfices, soit un total de 1 778 100,30 fr. Les participations industrielles sont donc évaluées en fin de compte au dernier bilan à 1 870 000 fr. Un nouvel amortissement d'un million, voté par l'Assemblée, étant appliqué au même chapitre, celui-ci ne figurera plus l'année prochaine à l'actif du bilan que pour 870 000 fr. Aussi peut-on penser maintenant que cette estimation est assez basse pour que tout danger de perte nouvelle soit exclu.

La politique de prudence du Conseil a eu pour effet d'améliorer sensiblement la situation financière de la Société, ainsi qu'on peut en juger par le tableau suivant :

Passif.

	30 juin 1900.	30 juin 1901.
Capital-actions.	18 000 000 fr.	18 000 000 fr.
Obligations.	9 570 000	9 488 500
Dividende et tantièmes.	1 111 764	1 111 764
Total	28 681 764 fr.	28 600 264 fr.

Actif.

	30 juin 1900.	30 juin 1901.
Immobilisé.	15 742 574 fr.	13 505 144 fr.
Liquide ou réalisable.	12 959 390	15 097 120
Total	28 681 764 fr.	28 600 264 fr.

Les immobilisations d'une année à l'autre ont diminué de plus de 2 200 000 fr; par contre, l'actif réalisable a augmenté d'une somme à peu près équivalente.

C'est une constatation satisfaisante. Il reste à savoir si la Société continuera à être bien pourvue de commandes pour alimenter ses usines. Toutefois, il est à présumer que si, d'un côté, la construction des tramways électriques, qui a fourni, dans ces dernières années, un débouché important à la Société, tend à se ralentir, par contre, la Société industrielle des téléphones est à même de trouver une compensation dans le développement des câbles sous-marins.

A ce sujet, la convention intervenue l'année dernière entre le gouvernement français et la Société des câbles télégraphiques pour l'entretien des câbles coloniaux, sera profitable à la Société industrielle des téléphones, par suite de la connexité de leurs intérêts.

BILAN AU 30 JUIN 1901

Actif.

Usines :		
De la rue des Entrepreneurs . . .	1 783 665,83	
De Bezons.	4 851 501,64	
De Grenelle.	2 880 938,29	
De Calais	1 674 607,85	
		11 190 713,61 fr.
Navire *François Arago*		997 759,33
Brevets.		120 000,00
Participations industrielles.		1 870 000,00
Caisse, comptes courants et disponibilités		4 431 754,57
Comptes débiteurs		5 955 527,42
Marchandises en magasin et en cours de fabrication		10 013 538,94
Prime de remboursement amortissable des obligations.		1 313 113,77
Loyer d'avance		20 000,00
Total.		35 912 407,66 fr.

Passif.

Capital social.		18 000 000,00 fr.
Réserve légale.		319 090,06
Obligations en circulation		9 488 500,00
Comptes créditeurs (fournisseurs et divers)		4 633 780,64
Effets à payer		410 980,25
Coupons d'actions et d'obligations échus restant à payer (impôts déduits).	44 422,57	
Coupons des obligations échéance du 1er juillet 1901 (impôts déduits)	175 019,04	
		219 441,61
Obligations amorties restant à rembourser		59 500,00
Solde du compte Profits et pertes.		
Amortissements :		
Sur immeubles et sur matériel .	500 000,00	
Sur participations industrielles. .	1 000 000,00	
Sur brevets.	40 000,00	
	1 540 000,00	
Réserve légale (5 pour 100 du bénéfice net restant).	62 055,75	
Dividende.	1 080 000,00	
Au Conseil d'administration, 10 pour 100 du reliquat des bénéfices . .	21 176,47	
A la Direction et au personnel 5 pour 100 du même reliquat.	10 588,25	
Report à l'exercice 1901-1902 . . .	67 294,73	
		2 781 115,20
Total.		35 912 407,66 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Doit.

Frais généraux :		
Administration.	290 453,63	
Service commercial	202 279,44	
Bureau des études et laboratoire . .	21 738,49	
		514 471,56 fr.
Intérêts des obligations.		382 010,00
Abonnement au timbre.		16 530,59
Amortissement de la prime des obligations.		28 482,57
Provision pour réparation au navire *François Arago*		190 000,00
Provision pour accidents		10 000,00
Solde créditeur.		2 781 115,20
Total		3 922 609,92 fr.

Avoir.

Report de l'exercice 1899-1900.	58 382,53 fr.
Bénéfice brut sur ventes de marchandises, contrats d'entretien et divers.	3 746 190,82
Produits des participations industrielles.	59 331,29
Intérêts des comptes courants, reports et divers . .	58 705,28
Total	3 922 609,92 fr.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

48 432. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 253. 10 Juillet 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Adoption du système international de filetage par la Marine française. — Après étude du système international de filetage défini par le Congrès de Zurich, le 30 octobre 1900, et avis favorable émis par les services techniques du Ministère de la Marine, le Ministre a décidé de rendre ce nouveau système réglementaire en ce qui concerne le tracé des têtes et écrous. Usant de la latitude laissée par les décisions du Congrès, il a généralisé, pour tous les calibres en usage dans la marine, l'adoption de la formule : $L = 1,4\,d + 4$ millimètres, afin que, d'une part, tout boulon puisse se différencier à première vue des boulons des calibres voisins, aussi bien par les dimensions de la tête que par celles du corps, et afin que, d'autre part, ces dimensions puissent toujours, même dans les cas exceptionnels de calibres intercalaires, être déterminées par une formule simple.

La Marine conservera, d'ailleurs, comme par le passé, l'usage de n'employer, sauf cas exceptionnels, que des calibres pairs.

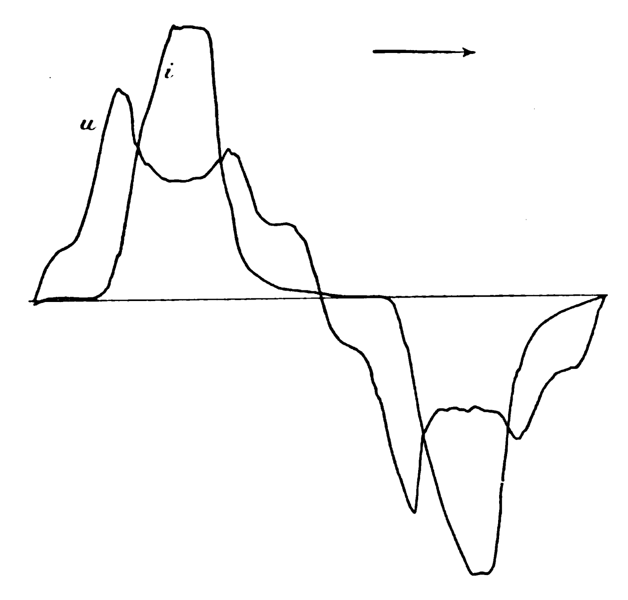
Ces modifications de détail n'infirment, d'ailleurs, en rien l'adhésion que le département de la Marine donne au système international, dont les règles fondamentales sont respectées.

Facteur de puissance et cosinus φ. — On sait depuis longtemps que le produit d'une intensité efficace du courant traversant un circuit électrique par la différence de potentiel efficace aux bornes de ce circuit n'est rigoureusement égal à la puissance moyenne que s'il n'y a pas de déphasage entre les deux valeurs périodiques, et si elles sont toutes les deux pratiquement sinusoïdales. Dans tous les autres cas, le produit UI doit être multiplié par un facteur de puissance qui, dans le cas de sinusoïdes parfaites, est précisément égal à cosinus φ. Ce facteur de puissance peut, dans certains cas, prendre des valeurs très sensiblement inférieures à l'unité, en particulier lorsque le courant alternatif alimente un arc à courant alternatif jaillissant entre des charbons homogènes un peu durs, à une fréquence un peu basse, qui laisse l'arc se refroidir suffisamment entre deux maxima successifs.

Dans ces conditions un peu spéciales, la différence de potentiel instantanée et l'intensité instantanée, relevées à l'ondographe, affectent les formes représentées sur la figure ci-dessous. Le facteur de puissance d'un arc fonctionnant dans ces conditions a été déterminé par M. Sandström, élève physicien de troisième année à l'*École de physique et de*

chimie industrielles de la Ville de Paris, par deux méthodes différentes :

En mesurant à l'aide d'un voltmètre, d'un ampèremètre et d'un wattmètre simultanément étalonnés, les facteurs *U*, *I*,



UI et *P* de l'arc à courant alternatif, on a trouvé les valeurs suivantes :

U,	Différence de potentiel aux bornes, en volts	35
I,	Courant, en ampères	7
UI,	Puissance apparente, en volt-ampères	245
P,	Puissance réelle, en watts	177
$k = \frac{P}{UI}$,	Facteur de puissance	0,72

Ce résultat a été vérifié à l'aide des courbes de *u* et *i* représentées ci-dessus. Après les avoir reportées sur papier quadrillé à une échelle convenable, on a tracé successivement u^2, i^2, et ui, ce qui a permis, en planimétrant les surfaces, d'avoir des facteurs respectivement proportionnels à *U*, *I*, *UI* et *P*. Le facteur de puissance déterminé par cette méthode très indirecte a été trouvé égal à 0,70, au lieu de 0,72 par la méthode des appareils étalonnés, ce qui constitue une concordance aussi parfaite que possible, si l'on tient compte de l'instabilité de l'arc pendant l'inscription de la courbe et pendant les lectures des instruments de mesure au même moment.

La conclusion de ces résultats est que, même sans déphasage appréciable, la différence de forme entre *u* et *i* résultant de la nature même de l'appareil d'utilisation, introduit un facteur de puissance dont la valeur peut descendre, dans certaines circonstances, jusqu'à 0,7. Dans le cas particulier de lampes à arc à courant alternatif, même sans tenir compte du déphasage occasionné par la self-induction du mécanisme de réglage, la puissance réellement dépensée est toujours sensiblement inférieure à la puissance apparente, et cette différence peut expliquer, dans une certaine mesure, les écarts entre les résultats obtenus par différents expérimentateurs avec ces lampes, les uns se servant de wattmètres, les autres se contentant de donner la puissance apparente obtenue en multipliant les indications du voltmètre par celles de l'ampèremètre.

Le service accéléré sur le Métropolitain de Liverpool. — Le chemin de fer électrique élevé de Liverpool a 10,5 km de longueur et 17 stations. Jusqu'à ces derniers temps, le parcours a été accompli en 32 minutes, avec une vitesse moyenne commerciale, arrêts compris, de 20 km:h. Avec le nouveau matériel roulant, la durée du parcours a été réduite à 20,4 minutes, les arrêts aux stations ayant une durée de 11 secondes dans tous les cas.

Le train de charge, avec 154 voyageurs, pesait 46,3 tonnes, et la dépense d'énergie électrique est passée de 250 000 à 310 000 joules par tonne-kilomètre, soit 4 kilowatts-heure par train-kilomètre. Le tableau ci-dessous résume les différentes conditions de marche avec l'ancien matériel et avec le nouveau.

Éléments de fonctionnement.	Ancien matériel.	Nouveau matériel (service accéléré).
Vitesse commerciale, en km:h	20	31
Nombre d'arrêts	16	16
Durée moyenne de chaque arrêt, en secondes	11	11
Distance moyenne entre deux stations, en m	666	666
Consommation, en watts-heure par tonne-kilomètre	69	85
Accélération, en m:s²	0,44	0,91
Retardation (freinage), en m:s²	0,91	1,25

Dans certaines expériences, l'accélération a atteint 1,22 m:s². Bien que les moteurs aient été établis pour recevoir un courant de 80 A d'une façon permanente sans échauffement dangereux, le courant atteint de 3 à 5 fois cette valeur pendant les périodes de grande accélération.

On voit, d'après ce tableau, que la consommation spécifique augmente rapidement avec la vitesse, et que le service accéléré dépense plus d'énergie, mais il fait gagner du temps et permet d'augmenter la fréquence des trains et, par conséquent, le trafic et les recettes dans des proportions plus grandes que l'accroissement des dépenses. Si l'on compare ces chiffres à ceux du Métropolitain de Paris, on voit que l'utilisation d'un matériel à service accéléré, tel que celui de Liverpool, permettrait d'augmenter la rapidité du voyage et la densité de circulation des trains sur le tronçon Porte Maillot-Vincennes de notre *Métro* et de faire disparaître, ou tout au moins d'atténuer, l'encombrement à certaines heures de la journée.

Candidat gogo. — C'est un inventeur de mouvement perpétuel, qui, dans le but de se procurer les ressources nécessaires à l'exploitation de... son invention, a créé de toutes pièces le candidat actionnaire, c'est-à-dire, dans l'espèce, le candidat gogo.

La circulaire de cet habile impresario, que nous communique un de nos lecteurs, est trop longue pour que nous puissions la reproduire *in extenso*, mais les quelques extraits de ce document montreront l'art, la manière et le savoir-faire de ce nouvel exploiteur de la bêtise humaine :

« Tout homme actif et intelligent peut se faire une brillante situation industrielle en constituant et dirigeant une Société anonyme ayant pour objet d'exploiter l'hydromoteur dont il sera parlé ci-après.

« Les conditions de rigueur à remplir par tout candidat sont les suivantes :

« 1° Adresser une somme de 200 fr en un mandat-poste à M. X..., à Y, près Z, pour l'aider à faire breveter cet hydromoteur tant en France que dans un grand nombre de pays étrangers et pour l'indemniser de ses peines et soins, de ses frais de correspondance et autres.

« 2° Fournir des références de 1er ordre tant au point de vue de la capacité que de l'honorabilité.

« Les candidats directeurs pourront faire comprendre la somme versée dans les frais généraux lors de la constitution de leur Société; les postulants non agréés, ainsi que les candidats qui renonceraient à donner suite à leur candidature pour quelques motifs que ce soit, pourront exiger le remboursement de leurs débours, mais sans intérêts....

« ...L'appareil qu'il s'agit de breveter et de mettre en exploi-

tation fonctionne aussi bien en pleine mer que dans une enceinte construite *ad hoc* et remplie d'eau une fois pour toutes. Comme tout moteur hydraulique, il peut fonctionner indéfiniment et être accouplé à toutes espèces de mécanisme. Cela étant, il est aisé de comprendre que ce moteur est appelé à opérer une révolution économique sans précédent, dont les conséquences heureuses seront incalculables. En effet, comme l'on peut établir des enceintes remplies d'eau sur n'importe quel point de la terre, l'on pourra au moyen de ce moteur obtenir l'énergie électrique utilisable en force motrice ou en éclairage. Pour obtenir une traction électrique applicable aux trains des chemins de fer et aux tramways, il suffira d'échelonner tout au long des voies ferrées, de distance en distance, des enceintes munies de ce moteur....

« ...Au point de vue scientifique, le moteur en question a été construit de façon à utiliser l'excédent d'énergie existant entre le poids et la résistance de l'eau.

« N. B. — M. X..., inventeur, se mettra à la disposition des candidats pour leur fournir de plus amples renseignements et au besoin les aider de ses conseils aussitôt qu'ils auront rempli les conditions qui leur sont ci-dessus imposées ».

N'y a-t-il pas, à la Préfecture de Police, un inspecteur ayant quelque teinture de science et de finance, chargé d'examiner les circulaires des attrape-nigauds, et d'envoyer ces habiles aigrefins tresser des chaussons de lisière avant qu'il ne soit trop tard? Si la fonction n'existe pas, on peut facilement la créer sans grever le budget en la confiant à l'un des bureaucrates inoccupés de notre imposante — par le nombre — administration. On aura, du coup, rendu service aux bonnes poires et supprimé une sinécure. *Amen.*

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bordeaux. — *Éclairage.* — Au cours d'une séance récente du Conseil municipal, le maire de cette ville après avoir présenté, en manière de préambule, l'historique de la question de l'éclairage pendant ces dernières années, M. Albert Soula, signataire du document, parlant au nom du groupe financier qu'il représente, au nom de la Compagnie actuelle et de la Société générale d'électricité, confondus tous trois dans la création d'une Société nouvelle, propose une entente directe avec la ville.

Cette proposition, qui comporte des éléments distincts, parait offrir un ensemble de conditions avantageuses parmi lesquelles : la libération immédiate pour la ville de tous les procès engagés avec la Compagnie actuelle ; l'adjonction définitive de l'ensemble des réseaux des communes suburbaines ; l'anticipation, c'est-à-dire l'application, dès le 1er juillet 1902, d'un nouveau régime économique dont la ville, les abonnés, la population bénéficieront, régime qui, autrement, n'entrerait en vigueur que dans deux ans.

En revanche, le signataire demande certaines et assez importantes modifications au cahier des charges préparé par le Conseil municipal.

Il accepte le maintien des Sociétés électriques existantes, dont il tolérerait même l'extension des réseaux; il compte pouvoir faire construire, avant juin 1904, une usine modèle d'électricité.

La lecture terminée, une vive discussion s'est engagée. Quelques conseillers, partisans irréductibles de l'adjudication, ou tenant pour la régie directe quand même, demandaient le rejet pur et simple de cette proposition; d'autres exprimaient leur intention avant de prendre sur cette grosse question une détermination qui engagera la ville pour trente ans, de revoir, de relire, d'examiner les chiffres présentés par M. Albert Soula.

Finalement, les Commissions ont adopté, à une forte majorité, une proposition tendant au renvoi à la sous-commission d'éclairage du projet de M. Soula.

Bruay (Pas-de-Calais). — *Station centrale.* — Tout dernièrement on a installé aux mines de Bruay un groupe électrogène Sautter-Harlé utilisant la vapeur d'échappement d'une machine d'extraction; cette application originale méritait d'être signalée, aussi en dirons-nous quelques mots :

Il se compose d'une turbine à vapeur Rateau dont l'arbre, tournant à la vitesse angulaire de 1600 t : m, entraîne directement deux dynamos à courant continu, à 240 volts, d'une puissance de 100 kw chacune. La turbine comprend 7 disques à ailettes de 90 cm de diamètre; son enveloppe a 110 cm de diamètre et 120 cm de longueur.

La particularité la plus intéressante de ce groupe est qu'il fonctionne avec une pression de vapeur d'admission inférieure à la pression atmosphérique. Dans les essais, cette pression d'admission était d'environ 0,9 atmosphère, soit 67 cm de mercure, la pression au condenseur était de 15 cm de mercure. Dans ces conditions, on obtint jusqu'à 310 chevaux électriques aux bornes des dynamos avec une consommation de vapeur de 18,5 kg de vapeur par cheval-heure électrique; les calculs avaient été faits pour obtenir 275 chevaux électriques, avec une consommation horaire de 4500 kg de vapeur, soit 20 kg de vapeur par cheval-heure électrique. Comme on le voit, les résultats des essais ont été supérieurs à ceux prévus par le calcul.

La faiblesse de la pression de la vapeur d'admission est motivée par le mode d'emploi du groupe électrogène. Il est, en effet, destiné à utiliser la vapeur d'échappement d'une machine d'extraction des mines de Bruay, genre de machine que l'on ne peut munir de condenseur, à cause de l'intermittence et de la réversibilité de la marche et de l'impossibilité d'employer une détente suffisante.

Ajoutons qu'un ingénieux dispositif a été également imaginé par M. Rateau, en vue de cette application. Il convenait, en effet, que, malgré la marche intermittente de la machine d'extraction, l'afflux de vapeur à la turbine fût régulier. Pour réaliser cette condition, M. Rateau fait passer la vapeur d'échappement de la machine dans un *régulateur thermique*, constitué simplement par un corps de chaudière hors d'usage, rempli de quelques tonnes de ferraille : en traversant cet appareil, la vapeur d'échappement se refroidit, par exemple, de 105° à 98°; mais elle échauffe le fer, et la chaleur emmagasinée ainsi vaporise ensuite l'eau condensée lorsque la machine d'extraction ne fonctionne plus. Pourvu que les arrêts de celle-ci ne soient pas de trop longue durée (une à deux minutes), il est pratiquement possible d'obtenir un afflux régulier de vapeur à la turbine. D'ailleurs, celle-ci est munie d'un détendeur automatique de vapeur, alimenté par les chaudières de la machine d'extraction, et qui, en cas d'arrêt un peu prolongé de cette dernière, fournit à la turbine de la vapeur sous la pression réduite, pour laquelle elle a été construite.

Il est à remarquer que, dans cette application particulière, on obtient 275 à 300 chevaux électriques, par l'utilisation de vapeur perdue jusqu'ici. C'est là un résultat intéressant. Mais on peut se demander s'il n'y aurait pas avantage à généraliser cette utilisation, par les turbines, de la vapeur d'échappement des machines à piston et à supprimer les condenseurs de ces machines; en d'autres termes, s'il n'y aurait pas intérêt à ne pas pousser dans les machines à piston la détente de la vapeur au delà d'une pression égale à celle de l'atmosphère et à envoyer ensuite la vapeur dans une turbine, pour achever la détente, la turbine, remplaçant ainsi le cylindre à basse pres-

sion des machines à multiples expansions. La théorie répond affirmativement, car elle montre que le rendement d'une turbine, inférieur à celui d'une machine à piston pour les hautes pressions, est supérieur à ce dernier pour les basses pressions. Les essais faits, sous la direction de M. Picou, sur le groupe électrogène qui nous occupe, confirment pleinement cette déduction théorique.

Dax (Landes). — *Éclairage.* — L'assemblée générale des actionnaires des Grands Thermes de Dax vient de décider l'installation immédiate de la lumière électrique dans son immense établissement. Cette installation est confiée à MM. Gischia, frères, concessionnaires de l'éclairage au gaz. Cela est de bon augure pour le futur éclairage électrique de la ville elle-même, dont on aura à s'occuper dès l'année prochaine, la concession de l'éclairage au gaz expirant en 1905.

La décision prise par la Société des Grands Thermes semblerait devoir intéresser au plus haut point la Société Dax-Salin-Thermal, qui possède dans le même enclos les Bains-Salés et le Casino. Une installation unique serait fort avantageuse aux deux Sociétés, qui réaliseraient par ce moyen une grande économie. Cette idée paraît d'autant plus réalisable et pratique, que la Société Dax-Salin-Thermal dispose, dans une partie de son sous-sol inutilisé, des locaux nécessaires à l'installation de ces machines.

Montréal (Aude). — *Éclairage.* — Avant de prendre une décision définitive tout en étant favorable au projet qui ferait réaliser une économie notable, le Conseil donne mandat, à MM. Brustier et Rigaud, d'étudier, de concert avec M. le maire, l'éclairage électrique d'une autre commune ainsi que l'installation d'une dynamo servant à élever l'eau.

Rennes. — *Éclairage.* — La Compagnie du gaz a été autorisée à établir une canalisation pour la transmission de l'énergie électrique destinée à l'éclairage du théâtre et des particuliers qui le désireront.

Le directeur de l'usine, M. Roche, à qui les Rennais sont redevables de cette heureuse décision, procède en ce moment à des études définitives pour l'installation de l'usine du boulevard de la Tour d'Auvergne. Dès le début on installera deux moteurs à gaz de 100 chevaux pouvant alimenter chacun 1000 lampes de 10 bougies. Le courant transmis à 440 volts sera utilisé au moyen de lampes à 220 volts qui sont aujourd'hui d'usage courant. Une batterie d'accumulateurs d'une puissance de 50 kw assurera le service en cas d'accident aux machines génératrices. Plus tard, à mesure que le besoin s'en fera sentir, oninstallera de nouveaux moteurs qui, eux, seront de la puissance de 200 chevaux chacun.

Actuellement, une petite station électrique complète est installée à l'usine pour l'étude des différents types d'appareils d'utilisation du courant et pour l'éducation du personnel électricien. Cette usine en miniature comporte un moteur à gaz de 11 chevaux actionnant une dynamo, dont le courant est utilisé par des lampes de 220 volts.

D'ici peu, les travaux d'installation vont commencer, au théâtre et sur la ligne, et à la saison prochaine les Rennais posséderont enfin un éclairage moderne qu'ils devront aux excellentes relations que M. Roche a su rétablir entre la municipalité et la Compagnie du gaz.

Saint-Jeannet (Basses-Alpes). — *Inauguration.* — L'inauguration de la station centrale de cette ville vient d'être célébrée récemment de la façon la plus brillante.

Un banquet a réuni tous les conseillers municipaux et quarante autres convives au nombre desquels : MM. Droz, sous-préfet; Torreille, conseiller général; Mangiapan, administrateur de l'usine à gaz de Nice; Faraut, entrepreneur, et Piccinini, ingénieur.

Cette fête a pris fin le soir par une brillante illumination du village et un embrasement électrique de la place de l'église au moyen de nombreuses lampes à arc de 500 watts.

Valenciennes. — *Traction électrique.* — Un projet très important vient d'être déposé par la Compagnie des tramways et voies ferrées du Nord, directeur M. Mongy, pour l'établissement d'un réseau de tramways électriques d'un développement total de 380 km à voie d'un mètre, dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais. Ce réseau comprend les lignes ci-après :

1, de Lille à Quesnoy-sur-Deûle; 2, de Lille à Halluin; 3, de Lille à Lannoy et Leers; 4, de Lille à la frontière belge vers Tournai, avec embranchements vers Lezenne; 5, de Lille à Douai par Pont-à-Marcq, avec embranchements vers Ronchin et Lesquin; 6, de Lille à Lens; 7, de Lille à Béthune; 8, de Lille à Armentières, avec embranchements vers Canteleu, Lambersart et La Planche à Quesnoy; 9, d'Armentières à Haverskerque, par Merville; 10, d'Hazebrouck à Béthune; 11, de Pont-à-Marcq à Somain par Orchies et Marchiennes; 12, de Somain à Aniche; 13, de Somain à Valenciennes; 14, d'Hélesmes à Valenciennes; 15, de Douai à Héning-Liétard.

Le préfet du Nord vient de prendre un arrêté portant que l'avant-projet restera déposé pendant un mois, aux mairies des chefs lieux des cantons intéressés; des registres d'enquête seront ouverts aux mêmes lieux et pendant le même délai pour recevoir les observations qui seraient faites sur cet avant-projet.

Un plan des travaux et un mémoire descriptif seront déposés pendant le même temps avec un registre spécial aux mairies des communes traversées.

Les conseils municipaux de ces communes seront appelés à délibérer et à émettre leur avis sur l'utilité et la convenance de l'entreprise.

Les chambres de commerce d'Armentières, d'Avesnes, Cambrai, Douai, Dunkerque, Lille, Roubaix, Tourcoing et Valenciennes, seront appelées à délibérer et à exprimer leur opinion sur le même objet.

ÉTRANGER

Bruxelles. — *Traction électrique.* — M. Liebaert a soumis à l'examen du conseil des chemins de fer une demande émanant de M. Ed. Empain tendant à obtenir la concession d'un chemin de fer électrique de Bruxelles à Anvers.

Il a été remis à chacun des membres une copie des principaux documents se rapportant à la question en vue de leur permettre de procéder personnellement à une étude. Les fonctionnaires supérieurs intéressés ont reçu, en outre, chacun pour ce qui les concerne, les tracés et profils de la ligne, les éléments relatifs aux tarifs à établir et aux supputations de recettes ainsi que les pièces afférentes au matériel de transport et aux installations électriques.

Tout en communiquant au conseil quelques observations au sujet du projet de M. Empain, notamment au point de vue des charges et de la responsabilité éventuelle de la construction, M. Ramaeckers, secrétaire général du département, a insisté sur la nécessité de pousser activement les études afin que le gouvernement soit mis à bref délai en mesure de prendre une décision.

Le conseil des chemins de fer se réunira incessamment pour l'examen et la discussion du projet. Il sera appelé à se prononcer au sujet des questions de principe que soulève la proposition d'établir des communications rapides, à l'usage des voyageurs, entre Bruxelles et Anvers. Il dressera ensuite, pour l'éventualité où le gouvernement se prononcerait en faveur de la concession d'une ligne électrique, le programme des conditions à imposer.

DISTRIBUTION POLYCYCLIQUE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

SYSTÈME ARNOLD-BRAGSTAD-LA COUR (1)

Dans toute installation électrique à courants alternatifs destinée à alimenter à la fois des lampes et des moteurs, on sait que le choix du nombre des phases et de la fréquence convenables présente des difficultés parfois assez sérieuses. Quel que soit le genre d'alternateur employé, le bon fonctionnement de l'éclairage exige une fréquence élevée, tandis que les moteurs à courants alternatifs, simples ou polyphasés, aussi bien que les convertisseurs rotatifs, fonctionnent dans de meilleures conditions et supportent mieux les surcharges à une moindre fréquence.

En Europe on a résolu la question par un compromis entre ces exigences opposées, compromis suivant lequel la plupart des installations à courants alternatifs sont ordinairement établies pour 50 périodes environ par seconde, bien que cette fréquence, suffisante pour l'éclairage, soit trop élevée pour les moteurs. En Amérique, au contraire, les grandes installations (telle celle du Niagara) sont souvent montées à la fréquence de 25 périodes par seconde, le courant destiné à l'éclairage étant ensuite transformé soit en continu, soit en alternatif de fréquence plus élevée.

En ce qui concerne le nombre des phases, c'est uniquement pour l'exploitation des moteurs que l'on donne la préférence aux systèmes polyphasés; pour l'éclairage il vaut mieux employer le courant alternatif simple avec lequel le réglage de la tension est meilleur et l'installation plus simple.

De même, au point de vue des tensions, la différence de potentiel sous laquelle se fait l'éclairage et dont dépend le coût du réseau secondaire, doit être basée sur le régime des lampes électriques existantes, tandis que pour les moteurs elle pourrait avantageusement être portée au double de celle qui convient à l'éclairage.

En ce qui touche la sensibilité des lampes électriques aux oscillations de la tension sur le réseau, on est obligé, dans les installations à courant continu pour éclairage et transport d'énergie mécanique, de maintenir la différence de potentiel maxima sur le *réseau de distribution*, et de la tenir aux générateurs beaucoup au-dessous de ce qui serait nécessaire pour actionner uniquement des moteurs. Il en résulte une plus grande immobilisation de cuivre et, par suite, un coût plus élevé du réseau de distribution et des générateurs pour une installation d'éclairage et de transport d'énergie mécanique.

(1) En toute rigueur, l'intéressant système que nous allons décrire devrait, à notre avis, porter le nom de *Système de distribution par courants multifréquenciés*, car il s'agit de plusieurs courants ayant chacun une fréquence différente des autres.

N. D. L. R.

Il est certain qu'on peut trouver, pour l'une comme pour l'autre de ces applications, des rapports qui permettent deux installations séparées comportant deux systèmes et des groupes électrogènes différents avec des fréquences, des tensions et des pertes de charge également différentes dans des réseaux distincts de lampes et de moteurs; mais ces sortes d'installations sont coûteuses et compliquées.

Le système ci-après décrit a précisément pour objet le *transport simultané* de l'énergie électrique par des courants de tensions et fréquences différentes *dans un seul et même réseau*, et leur distribution sans réaction des uns sur les autres.

I. — Indépendance de courants de fréquences différentes superposés

Un courant sinusoïdal de valeur instantanée $i'_t = \sqrt{2} . I'_{eff} \sin \omega' t$ circulant dans un circuit de résistance constante R et de self-induction également constante L doit, comme on sait, être engendré par une force électromotrice e'_t de fréquence égale, qui, suivant la seconde loi de Kirchhoff, a pour valeur :

$$e'_t - i'_t R + L \frac{di_t}{dt} = \sqrt{2} . I'_{eff} \sqrt{R^2 + \omega'^2 L^2} . \sin \left(\omega' t + \text{arc tg} \frac{\omega' L}{R} \right).$$

On sait d'ailleurs également qu'une force électromotrice sinusoïdale ne peut donner naissance qu'à un courant sinusoïdal de même fréquence. Il en résulte qu'une telle force électromotrice ne peut fournir du travail qu'avec un courant sinusoïdal de même fréquence.

Pour qu'il circule dans le même circuit un second courant sinusoïdal instantané i''_t de période tout à fait différente, il faut donc nécessairement qu'il existe dans ce circuit une force électromotrice sinusoïdale instantanée e''_t de même fréquence que i''_t et l'on a alors pour l'ensemble :

$$e'_t + e''_t = (i'_t + i''_t) R + L \frac{d(i'_t + i''_t)}{dt} =$$
$$= \sqrt{2} . I'_{eff} \sqrt{R^2 + L\omega'^2} . \sin \left(\omega' t + \text{arc tg} \frac{\omega' L}{R} \right) +$$
$$+ \sqrt{2} . I''_{eff} \sqrt{R^2 + \omega''^2 L^2} . \sin \left(\omega'' t + \text{arc tg} \frac{\omega'' t}{R} \right).$$

Si l'on maintient I'_{eff} constant en faisant varier I''_{eff}, la force électromotrice efficace E'_{eff} reste également constante, tandis que E''_{eff} varie, et inversement. Les deux courants sont ainsi totalement indépendants l'un de l'autre, bien qu'ils passent dans le même circuit. Aucun d'eux ne peut fournir de puissance avec la tension de l'autre et chacun d'eux circule, en conséquence, dans le conducteur commun comme si l'autre n'existait pas. Ces courants de nature différente étant ainsi indépendants l'un de l'autre, leurs actions, leurs puissances et leurs pertes s'ajoutent directement, de telle sorte que ces cou-

rants se superposent simplement eux-mêmes comme leurs effets. Les pertes par échauffement sous le passage des deux courants étant aussi indépendantes l'une de l'autre et s'ajoutant directement, on a pour la perte totale par effet Joule :

$$(I'^2_{eff} + I''^2_{eff}) R = I^2_{eff} R,$$

d'où il suit que l'intensité efficace résultante est

$$I_{eff} = \sqrt{I'^2_{eff} + I''^2_{eff}}.$$

Il en est de même de la force électromotrice efficace résultante dans un circuit de ce genre, c'est-à-dire que

$$E_{eff} = \sqrt{E'^2_{eff} + E''^2_{eff}}.$$

La puissance totale développée est aussi la somme des puissances individuellement fournies par chacun des courants et l'on a :

$$P = E'_{eff} I'_{eff} \cos\varphi' + E''_{eff} I''_{eff} \cos\varphi''.$$

II. — Superposition de courants par introduction en des points neutres

Si l'on considère un système triphasé symétrique étoilé (fig. 1), il n'existe aucune différence de potentiel entre

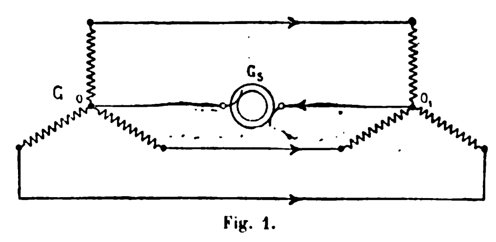


Fig. 1.

ses points neutres 0 et 0_1 dans l'hypothèse de courants sinusoïdaux de même amplitude (voir *E. T. Z.*, 1900, n° 18). On peut dès lors envisager un système de ce genre comme un tout et l'employer dans son ensemble comme canalisation pour transporter d'autres courants entre ses points neutres, en introduisant, par exemple, une source de courant G dans le conducteur de liaison 00_1.

Ces courants, qui suivent les branches du système principal dans le même sens que les courants préexistants et en concordance de phases avec eux et qui s'y superposent, ne produisent aucune action électromotrice ou inductive sur les générateurs, moteurs et transformateurs intercalés dans ce système. Le courant ainsi superposé peut être alternatif de fréquence quelconque ou continu.

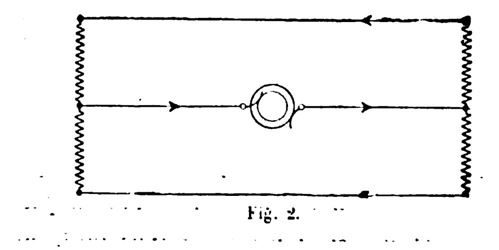


Fig. 2.

Les deux courants, l'un triphasé, l'autre alternatif simple superposé, par exemple, produit par le générateur G de la figure 1, sont complètement indépendants l'un de l'autre, et l'alternatif simple superposé circule dans les conducteurs du système comme l'indiquent les flèches, absolument comme si le triphasé n'existait pas.

Au lieu d'un système triphasé on pourrait aussi bien employer comme système principal, ainsi que le montre la figure 2, un système alternatif simple qu'on peut toujours considérer comme un système diphasé à phases décalées d'une demi-période.

La figure 3 représente un générateur diphasé G à deux

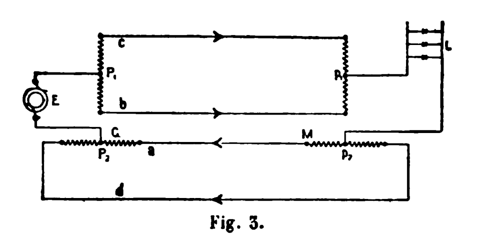


Fig. 3.

branches P_1 et P_2 entre les points neutres desquelles est monté l'alternateur simple E. Le générateur diphasé fonctionne sur le moteur diphasé M à deux branches p_1 et p_2 entre les points neutres desquelles sont montées les lampes à incandescence L. Toutes les flèches se rapportent au courant alternatif superposé. On a dans ces conditions un transport de courants électriques différents comme fréquence et comme tension dans les mêmes conducteurs, sans que ces courants réagissent l'un sur l'autre, et l'on peut donner à un système ainsi constitué le nom de *système de distribution polycyclique*.

Le Dr *Fr. Bedell* a déjà montré comment, étant donnés des points d'une installation de transport d'énergie situés au même potentiel, on peut y faire pénétrer ou y puiser des courants de nature différente et notamment du courant continu, sans que pour cela les courants préexistants en soient influencés, et il s'est assuré le bénéfice de cette application par les deux brevets américains nos 645 907 et 647 741.

La figure 4 montre cette *disposition Bedell* pour courant

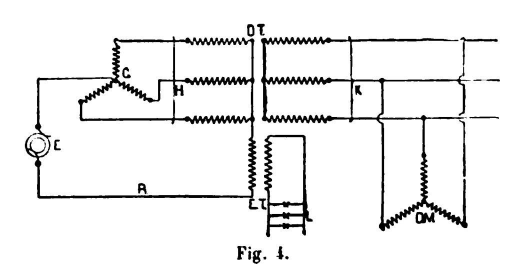


Fig. 4.

alternatif. Dans cette figure G représente le générateur triphasé et H le réseau triphasé servant de système principal; D T est un transformateur triphasé à trois noyaux pour l'alimentation du réseau triphasé K sur lequel fonctionnent des moteurs, tandis que le transformateur simple E T réduit, pour l'alimentation du réseau d'éclairage L, la tension du courant alternatif de fréquence plus élevée produit par l'alternateur simple E. Comme on le voit, cette disposition ne permet d'envoyer que dans

le circuit primaire, par le même conducteur, les deux courants superposés ; on est obligé dans le réseau secondaire de recourir à des conducteurs distincts.

Il est facile de voir que, dans ces conditions, le courant alternatif superposé introduit au point neutre doit subir une très forte chute inductive de tension dans les enroulements des générateurs et des transformateurs. Aussi la disposition *Bedell*, en sa forme originelle, est-elle pratiquement inapplicable.

Le système de distribution ci-dessous décrit et qui est appliqué à l'École supérieure de l'Institut électrotechnique de Carlsruhe, ne présente pas le même inconvénient.

On peut tout d'abord supprimer la grande chute inductive de tension en effectuant, en ce qui concerne les courants superposés, tous les enroulements sans induction possible, c'est-à-dire de telle sorte que ces courants ne puissent avoir sur eux-mêmes aucune action réflexe inductive. On arrive à ce résultat au moyen de nos enroulements bifilaires ci-après décrits et brevetés en Allemagne sous le n° 131 550.

Comme le courant superposé suit dans le même sens et en concordance toutes les phases d'un système principal, il faut toujours avoir soin qu'il se succède un certain nombre de phases aussi rapprochées que possible l'une de l'autre, et cela de telle sorte qu'une moitié de ces phases s'écoule du point neutre dans un sens déterminé et l'autre moitié en sens inverse, car alors l'action magnétisante du courant superposé dans un semblable enroulement est tout à fait nulle, en même temps que la self-induction de l'enroulement par rapport à ce courant

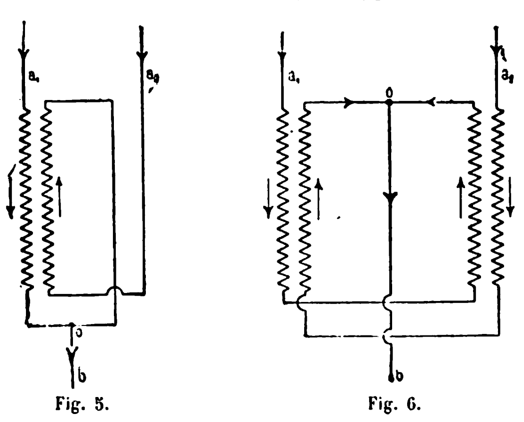


Fig. 5. Fig. 6.

est négligeable. Pour *introduire* ou *prendre* un courant superposé sur un courant alternatif simple, on peut recourir à une bobine inductive, ou de réaction, mise en dérivation entre les conducteurs. La prise du courant superposé se fait au milieu de cet enroulement. La figure 5 montre l'application du principe du dispositif d'enroulement bifilaire à une bobine de réaction de ce genre.

Comme on est obligé de prendre au point neutre le courant superposé au milieu de l'enroulement de cette bobine, les deux moitiés de cet enroulement doivent courir arallèlement sur le noyau, de telle sorte que les actions inductives du courant principal s'ajoutent, tandis que celles du courant superposé s'annulent respectivement. Dans la figure 5, a_1 et a_2 sont les conducteurs d'amenée, c le point neutre, b le conducteur de départ par lequel ne passe que le courant superposé. La figure 6 donne la même disposition, mais pour une bobine de réaction à deux noyaux. Les flèches indiquent le sens du courant superposé.

On voit sur la figure 7 la disposition analogue pour

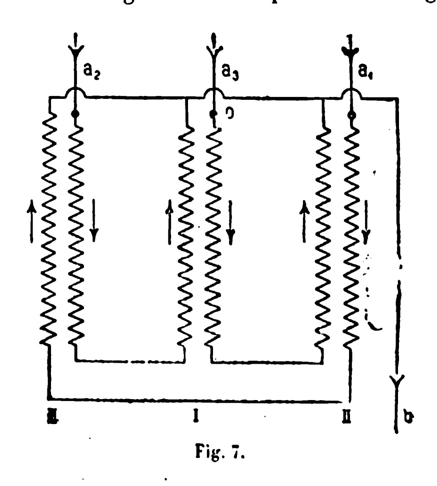


Fig. 7.

courant triphasé. Les branches II et III sont enroulées en sens contraires sur le noyau I; il en est de même des branches III et I sur le noyau II, et des branches I et II sur le noyau III. Les lettres a_1, a_2 et a_3 désignent les conducteurs d'amenée, et b le conducteur de départ du courant superposé.

La figure 8 représente une disposition analogue, mais

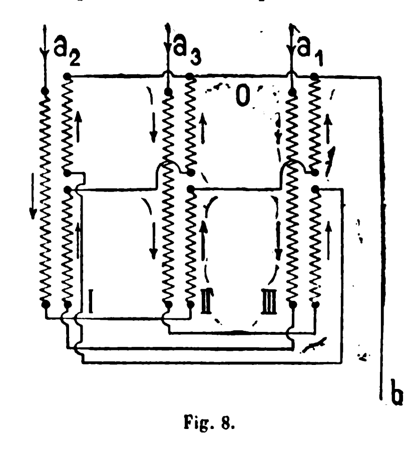


Fig. 8.

avec cette modification qu'une moitié de branche se répartit sur deux noyaux.

On peut appliquer ces bobines de réaction dans le réseau secondaire d'un système de distribution polycyclique indépendant pour l'emprunt du courant superposé nécessaire, par exemple, à un éclairage. Si l'on a affaire à des tensions élevées entre fils appelés à être enroulés parallèlement sur un même noyau, il faut effectuer ces enroulements sur des bobines distinctes isolées l'une de l'autre. Dans ce cas, cependant, on n'élimine la self-induction que partiellement.

En effectuant des enroulements secondaires sur les bobines d'induction représentées par les figures 5 à 8, on peut les employer à la prise du courant principal transformé.

Sur la figure 9 on voit un enroulement d'alternomoteur

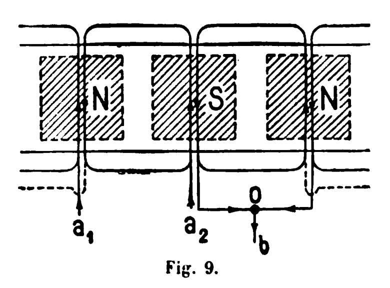


Fig. 9.

ou d'alternateur simples à très faible self-induction pour le courant superposé. Cet enroulement est fait en deux moitiés disposées à 180 degrés l'une de l'autre et reliées de telle façon que les f. é. m. induites du courant principal s'ajoutent et que l'action magnétisante du courant superposé s'annule, chaque rainure comportant deux fractions de bobines parcourues en sens inverse par le même courant superposé, comme l'indique le sens des flèches.

La figure 10 donne la disposition analogue pour mo-

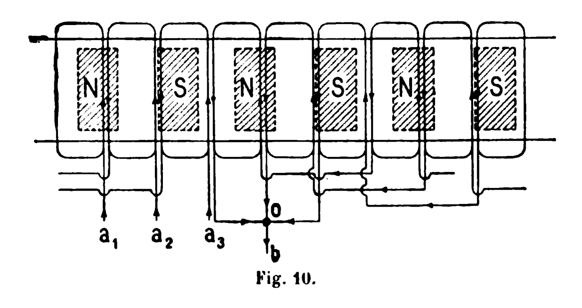


Fig. 10.

teurs et générateurs triphasés. Ces sortes d'enroulements ont été désignés sous le nom d'enroulements en croix. La largeur des bobines est égale aux $\frac{2}{x}$ de l'écartement polaire, x étant le nombre de phases.

III. — Introduction et prise de courant superposé par transformateurs

On ne remédie cependant pas à l'inconvénient de la disposition Bedell, qui consiste, comme on l'a vu plus haut, en ce que le courant alternatif introduit dans les enroulements des transformateurs, etc., subit une grande chute de tension, uniquement au moyen d'enroulements sans self-induction, tels qu'ils viennent d'être décrits, mais aussi en introduisant les divers genres de courants électriques non pas par conduction, mais par induction. On arrive à ce dernier résultat par superposition de flux magnétiques dans un seul et même noyau de transformateur, ce qui offre, en outre, l'avantage de permettre l'emploi du même transformateur pour la transformation simultanée du courant alternatif superposé et du courant principal.

Le principe de cette nouvelle méthode consiste, en quelques mots, dans la transformation et l'introduction simultanées de courants alternatifs de fréquences et nombres de phases divers dans les conducteurs d'une installation de transport d'énergie par l'emploi de transformateurs à doubles enroulements primaires inducteurs et à un seul enroulement secondaire induit, et dans la prise simultanée des courants des transformateurs par un seul enroulement primaire et deux secondaires.

Indépendamment d'une économie dans le coût d'installation, cette transformation simultanée présente encore l'avantage de permettre la réduction de l'induction maxima dans les transformateurs par un choix convenable du courant superposé, ainsi qu'une réduction de la perte par hystérésis, bien que la puissance totale en soit augmentée. D'où emploi de transformateurs proportionnellement moindres et moins coûteux.

La figure 11 représente l'application de trois transfor-

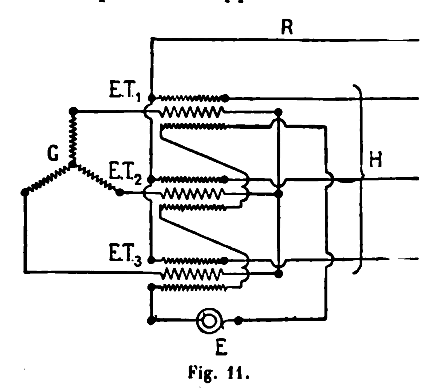


Fig. 11.

mateurs alternatifs simples d'un système triphasé servant comme système principal à la transformation et à l'introduction simultanée d'un courant alternatif simple superposé. G désigne le générateur triphasé, E T_1, E T_2 et E T_3 sont les trois transformateurs simples garnis de deux enroulements primaires et d'un secondaire. Trois de ces enroulements primaires appartenant à un transformateur sont couplés en étoile et servent à la prise du courant triphasé, tandis que les trois autres, groupés en série, servent à prendre un courant alternatif simple produit par le générateur E.

Dans les enroulements secondaires couplés en étoile des transformateurs se trouvent induits en même temps un courant triphasé et un simple; par contre, les deux enroulements primaires des transformateurs fonctionnent sans aucune action inductive de l'un sur l'autre. En H sont les trois conducteurs principaux du système de transport d'énergie triphasé, tandis que R est le fil de retour pour le courant alternatif superposé.

Cette disposition peut naturellement s'étendre à un système principal à nombre quelconque x de phases qui comportera x transformateurs distincts groupés en étoile.

Au lieu d'employer comme ci-dessus trois transformateurs simples séparés, on peut aussi bien appliquer un

transformateur triphasé possédant un circuit magnétique de retour pour les flux produits par le courant alternatif superposé. Ces flux parcourent naturellement, dans le même sens à chaque instant, les trois noyaux principaux du transformateur. Sur le quatrième noyau, qui sert de conducteur magnétique de retour, on peut monter un enroulement primaire aussi bien qu'un secondaire, dans lesquels ne circulent que les courants superposés. La figure 12 en représente une disposition avec

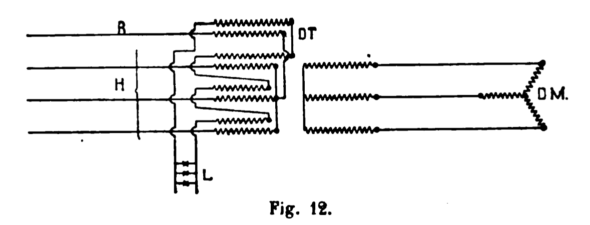
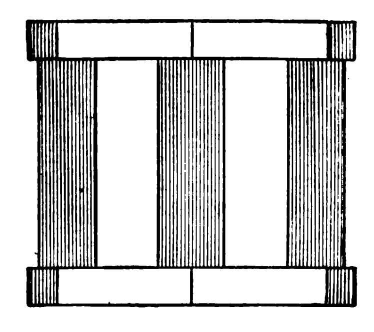


Fig. 12.

système triphasé à quatre conducteurs H comme système principal. D T est le transformateur triphasé à quatre noyaux, dont la carcasse de fer se voit sur la figure 13. Dans ce cas le transformateur D T sert à la transformation et à la prise simultanées des deux courants, dont le principal alimente le moteur triphasé D M, et le courant alternatif, le réseau d'éclairage L. Ici le quatrième



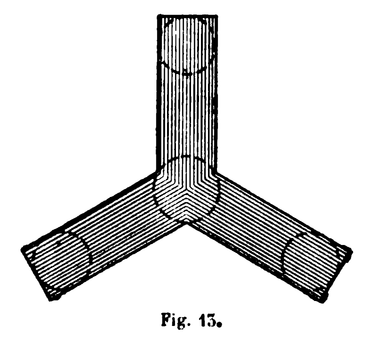


Fig. 13.

noyau du transformateur est censé muni de deux enroulements, un primaire et un secondaire.

Dans certains cas, on peut encore faire le montage sans conducteur spécial de retour pour le courant superposé, comme l'indique la figure 14. S y représente les barres omnibus d'un système principal triphasé à la station primaire; elles alimentent les deux transformateurs triphasés à quatre noyaux D T_1 et D T_2, dont les enroulements primaires sont connectés en étoile. Par les deux points neutres des enroulements primaires on envoie alors un courant alternatif simple, dont le retour s'effectue ainsi par l'élément primaire du transformateur D T_1, par les barres omnibus S et par le second transformateur D T_2. Les deux appareils polyphasés D T_1 et D T_2 transforment d'ailleurs aussi bien le courant principal que le courant alternatif superposé dans l'élément secon-

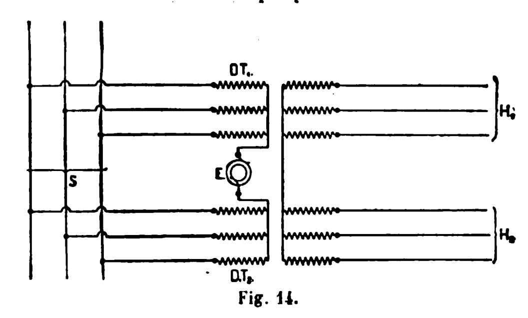


Fig. 14.

daire, et les deux conducteurs de transport triphasé H_1 et H_2 servent de canalisation d'aller et de retour pour le courant alternatif simple. La prise et la séparation des deux courants se font, dans l'élément secondaire, de la manière connue, par trois transformateurs à courants alternatifs simples munis d'un enroulement primaire et de deux secondaires.

Le système diphasé indépendant se prête aussi bien que le triphasé au transport de courants polycycliques. La figure 15 montre comment on peut, à une station

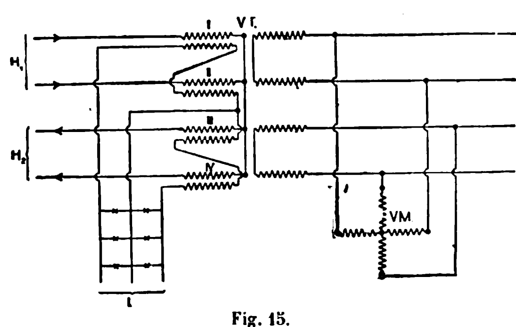


Fig. 15.

secondaire, prendre par transformation le courant alternatif simple superposé à un courant diphasé. H_1 et H_2 sont les deux paires de conducteurs pour transport simultané des deux courants, V T un transformateur tétraphasé à quatre noyaux ou quatre transformateurs simples, et L un réseau d'éclairage à courants alternatifs simples à trois fils. Si, à un instant donné, le courant alternatif superposé pénètre dans le transformateur par la paire de conducteurs H_1, il le quitte, comme l'indiquent les flèches, par la paire de conducteurs H_2. Le courant alternatif simple superposé n'induit aucune f. é. m. dans l'enroulement secondaire diphasé du transformateur, et le courant diphasé ne peut induire non plus aucune f. é. m. dans l'enroulement secondaire alternatif simple. Si, à un moment, le flux de force est dirigé vers le haut dans les noyaux I et III pour induire le courant diphasé, et vers le bas dans les noyaux II et IV, celui qui induit le courant alternatif simple se trouve au même moment dirigé, par exemple, vers le haut dans les noyaux I et II et vers

le bas dans les noyaux III et IV. Il en résulte que deux transformateurs à courants alternatifs simples seraient insuffisants pour la transformation des deux courants.

E. ARNOLD.

(*A suivre.*) (Traduit par E. B.)

INDICATEUR DE FRÉQUENCE

Un indicateur de fréquence simple, pratique et exact, est un appareil dont le besoin se fait sentir chaque jour avec plus d'urgence dans l'industrie. En effet, le développement des moteurs synchrones, des commutatrices et des permutatrices de grande puissance, et par suite présentant des moments d'inertie élevés, exige une très grande régularité d'allure de la part des usines génératrices, pour que la commutation se fasse régulièrement. Des conflits techniques sont souvent soulevés entre le producteur et le consommateur, le premier affirmant la marche absolument régulière de ses alternateurs, le second attribuant la mauvaise marche éventuelle de ses appareils d'utilisation à l'irrégularité de la fréquence. On pourrait localiser le mal, et par suite y porter remède si l'on disposait d'un appareil indicateur et enregistreur de la fréquence sur lequel on puisse compter, et qui présente son échelle de sensibilité la plus grande dans la région correspondant à la fréquence normale à laquelle l'appareil doit fonctionner.

Une solution des plus élégantes est fournie par l'indicateur de fréquence de M. Lincoln que nous avons décrit ici même (1) et sur lequel nous revenons aujourd'hui pour en donner une description plus complète et indiquer comment nous l'avons réalisé en pratique sous une forme simple, avec le concours de la *Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.*

Hâtons-nous de dire, au point de vue des antériorités, que l'indicateur de fréquence de M. Lincoln n'est pas autre chose, en principe, que le phasemètre de M. Tuma (2), appliqué par la maison Siemens et Halske d'une part, et la maison Hartmann et Braun, d'autre part, sous le nom de M. Bruger.

Le phasemètre et le fréquencemètre sont d'ailleurs basés sur une formule générale que nous allons tout d'abord développer avant de l'appliquer à l'indicateur de fréquence comme cas particulier.

Considérons une différence de potentiel alternative U sur laquelle est branchée une bobine traversée par un courant d'intensité I déphasé de φ sur U. Cette bobine créera un champ sinusoïdal $\mathcal{H}_t$ défini par la relation :

$$\mathcal{H}_t = \mathcal{H} \sin(\omega t - \varphi),$$

(1) Voy. *L'Industrie électrique* du 25 sept. 1901, n° 231, p. 431.

(2) *Sitzungsberichte der k. Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 1897, vol. 106, p. 521.

en désignant par $\mathcal{H}$ le champ maximum et par ω la pulsation du courant, égale à 2π fois la fréquence.

Dans ce champ sont placées deux bobines rectangulaires montées sur un axe commun dont la direction est perpendiculaire à celle du champ. L'une des bobines est traversée par un courant i_1 en quadrature avec U, l'autre par un courant i_2 en phase avec U,

$$i_1 = I_1 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right); \qquad i_2 = I_2 \sin \omega t.$$

Désignons par α l'angle de la bobine 1 avec la direction du champ alternatif $\mathcal{H}_t$, on a pour le flux traversant la première bobine en quadrature :

$$\Phi_1 = \mathcal{H}S \sin(\omega t - \varphi) \cos \alpha.$$

Le champ exerce sur cette bobine un couple moyen proportionnel au produit du flux par le courant

$$C_1 = \left(\frac{\mathcal{H}SI_1}{2} \cos \alpha\right) \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \frac{\mathcal{H}SI_1}{2} \cos \alpha \, . \sin \varphi.$$

Pour la bobine en phase, le flux qui la traverse est :

$$\Phi_2 = \mathcal{H}S \sin(\omega t - \varphi) \sin \alpha.$$

Le couple moyen est proportionnel au produit du flux par le courant :

$$C_2 = \frac{\mathcal{H}SI_2}{2} \sin \alpha \cos \varphi.$$

Si les cadres sont égaux, les courants égaux, et si l'on fait opposer les couples, ils seront en équilibre pour la valeur :

$$\cos \alpha \sin \varphi = \sin \alpha \cos \varphi; \qquad \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi,$$

ou

$$\alpha = \varphi.$$

On voit, d'après cette équation, que l'angle α de la bobine avec la direction du champ est égal au déphasage du courant I sur la différence de potentiel, et que, pour une fréquence donnée constante, l'appareil constitue un *phasemètre*.

Si, par un artifice convenable, le déphasage φ de I sur U est rendu fonction de la fréquence, et de la fréquence seulement, on voit que le phasemètre se transformera en fréquencemètre. C'est cet artifice qui constitue l'invention de M. Lincoln.

Deux bobines mobiles A et B sont montées rectangulairement sur un axe commun. L'une des bobines A est traversée par un courant en phase avec la différence de potentiel alternative U dont on veut mesurer la fréquence; l'autre bobine B est traversée par un courant égal, en quadrature avec le courant traversant A.

Cet ensemble est placé dans un champ alternatif dont l'axe est perpendiculaire à la direction de l'axe de rotation des bobines mobiles, ce champ étant produit par un courant alternatif déphasé d'une certaine valeur φ par rapport au courant traversant la bobine A, courant en phase avec la différence de potentiel U.

La position d'équilibre du système sera obtenue,

comme pour l'indicateur de synchronisme, lorsque l'on aura : $\text{tg}\ \alpha = \text{tg}\ \varphi$.

Si le courant traversant la bobine fixe est obtenu en établissant entre les bornes de la différence de potentiel un circuit constitué par une résistance R, une self-induction L et une capacité C, le déphasage de I sur U est donné par la relation :

$$\text{tg}\ \varphi = \frac{1}{\omega CR} - \frac{\omega L}{R}. \qquad (1)$$

Cette relation montre que $\text{tg}\ \varphi$, et par suite $\text{tg}\ \alpha$, dépend de la pulsation ω, et de la pulsation seulement, c'est-à-dire de la fréquence : l'appareil constitue, par suite, un fréquencemètre.

La sensibilité de l'appareil est définie par le rapport $\frac{d\varphi}{d\omega}$ d'une petite variation de déphasage à une petite variation de fréquence : on l'obtient en différentiant l'équation (1), ce qui donne [1] :

$$\frac{d\varphi}{d\omega} = -\cos^2\varphi\left(\frac{1}{\omega^2 CR} + \frac{L}{R}\right) = \frac{CR(1 + \omega^2 CL)}{(1 - \omega^2 CL)^2 + C^2R^2\omega^2}. \qquad (2)$$

Dans le cas de résonance, I est en phase avec U. On a alors :

$$\omega^2 CL = 1. \qquad (3)$$

Et en remplaçant dans (1)

$$\frac{d\varphi}{d\omega} = -\frac{2L}{R}. \qquad (4)$$

Cette expression définit la sensibilité de l'appareil dans les conditions de résonance. Elle correspond d'ailleurs au maximum de sensibilité, et l'appareil doit être combiné pour que cette condition soit satisfaite au voisinage de la fréquence normale, condition facile à réaliser par une simple modification de la capacité.

Étendue de l'échelle. — L'équation (1) montre que pour $\omega = 0$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$ et pour $\omega = \infty$, $\varphi = -\frac{\pi}{2}$. Toutes les fréquences positives sont donc comprises dans un angle π.

C'est seulement dans la portion comprise dans les limites de

$$\varphi = \pm \text{ arc tang}\sqrt{\frac{L\omega}{L\omega \pm R}}$$

que la sensibilité reste supérieure à la moitié de la sensibilité maxima.

Les limites correspondantes de la fréquence sont donc

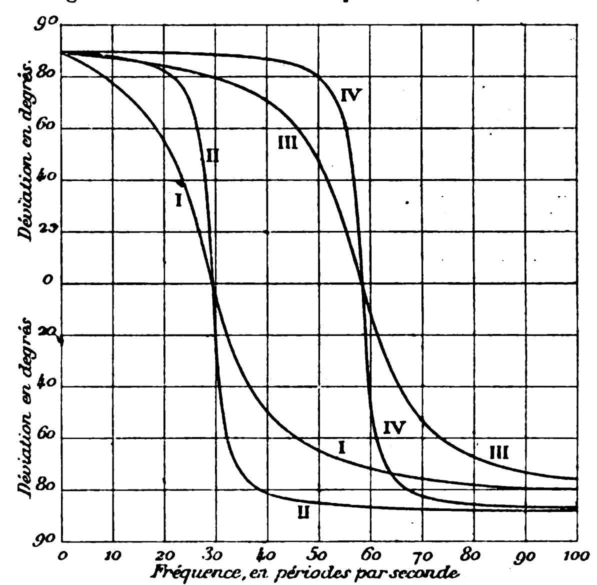
$$\omega_{max} - \omega_{min} = \sqrt{\omega^2 \pm \frac{R}{L}\omega}.$$

Cette partie de l'échelle occupe environ $\frac{\pi}{2}$ et s'étend de $+\frac{\pi}{4}$ à $-\frac{\pi}{4}$. La fréquence comprise entre ces deux limites a pour expression approchée :

$$\frac{R}{2\pi L} \text{ périodes par seconde.}$$

Comme on pouvait le prévoir, l'expression de la sensibilité et celle de l'étendue de l'échelle sont réciproques, on peut donc, en modifiant les résistances, étendre l'échelle et, en modifiant les capacités, amener la résonance et, par suite, la sensibilité maxima dans la région de la fréquence à étudier.

La figure ci-dessous montre, pour un certain nombre



Indicateur de fréquence. Variation des indications de l'appareil en fonction de la fréquence.

I. $C = 2$	microfarads.	$R = 1500$ ohms.
II. $C = 2$	—	$R = 300$ —
III. $C = 0,5$	—	$R = 1500$ —
IV. $C = 0,5$	—	$R = 300$ —

de conditions différentes, les relations entre la fréquence et le décalage dans des circuits renfermant de la résistance, de la self-induction et de la capacité. Ces courbes montrent que, pour une fréquence donnée, la variation du déphasage avec la fréquence est maxima lorsque ce déphasage est nul, c'est-à-dire lorsqu'il y a résonance. La sensibilité maxima pour une fréquence donnée sera donc obtenue en satisfaisant à la condition :

$$\omega^2 LC = 1,$$

ω étant la pulsation correspondant à la fréquence normale, L la self-induction de la bobine fixe et C la capacité intercalée dans le circuit.

---

[1] Différentions l'expression :

$$\text{tg}\ \varphi = \frac{1}{CR\omega} - \frac{L\omega}{R}$$

$$d\ .\ \text{tg}\ \varphi = \frac{d\varphi}{\cos^2\varphi} = -\left(\frac{L}{R} + \frac{1}{CR\omega^2}\right) d\omega,$$

d'où

$$\frac{d\varphi}{d\omega} = -\cos^2\varphi\left(\frac{L}{R} + \frac{1}{CR\omega^2}\right) = -\cos^2\varphi\,\frac{1 + CL\omega^2}{CR\omega^2}.$$

Mais $$\cos^2\varphi = \frac{1}{1 + \text{tg}^2\varphi}.$$

En remplaçant et en transformant, on arrive à l'équation (2).

Nous avons réalisé cet indicateur de fréquence très simplement en le construisant avec un compteur Thomson sur l'induit duquel deux bobines à angle droit de l'équipage mobile forment les deux bobines traversées par les deux courants en phase et en quadrature. Les bobines inductrices, bobinées avec du fil fin, constituent le circuit formant le champ, et traversées par un circuit en phase avec la différence de potentiel du réseau dont on veut déterminer la fréquence, lorsque ce circuit est en résonance avec la fréquence.

L'appareil ne comporte ainsi que deux bornes et se branche directement en dérivation sur un réseau à 110 v. Si l'on dispose de plus de 110 v, il est commode d'absorber l'excès dans une bobine de self-induction intercalée en série avec l'appareil, l'ensemble étant monté en dérivation sur le réseau.

Les avantages revendiqués en faveur de cet appareil sont les suivants :

1° La sensibilité maxima de l'appareil coïncide avec la fréquence normale, ce qui est une condition toujours recherchée ;

2° Cette fréquence normale est ajustable en disposant dans le circuit une capacité ou une inductance variable;

3° Le point correspondant à la fréquence normale peut être prédéterminé par des mesures électriques;

4° L'appareil peut fonctionner comme tachymètre en lui adjoignant un petit alternateur;

5° L'appareil peut être placé à une distance quelconque du système dont on veut mesurer la vitesse angulaire.

É. H.

INDICATEUR DE SYNCHRONISME

L'emploi d'unités de plus en plus puissantes dans les installations de transport d'énergie par courants alternatifs, simples ou polyphasés, exige que la mise en parallèle d'un alternateur sur un réseau soit faite avec précision et rapidité; aussi a-t-on reconnu que l'emploi des lampes de phase et des voltmètres de phase était insuffisant pour ces grandes unités, et a-t-on cherché des procédés plus précis.

Nous avons déjà décrit ici-même [1] l'ingénieux appareil de M. Lincoln, ingénieur de la *Niagara Falls Power C°*, dans lequel l'indication du synchronisme est fournie par une aiguille disposée sur un cadran et dont la position d'immobilité correspond au synchronisme, et la rotation dans un sens ou dans l'autre indique l'asynchronisme.

MM. Everett, Edgcumbe and C°, de Londres, ont résolu le même problème par une méthode non moins élégante.

L'instrument est, en réalité, un moteur asynchrone à stator et rotor bobinés identiquement, à deux phases s'il s'agit de courants alternatifs simples, à trois phases s'il s'agit de courants triphasés. Le stator est relié au réseau et le rotor à l'alternateur que l'on veut coupler. Dans le cas de courants alternatifs simples, les deux enroulements diphasés sont reliés aux bornes, le premier à travers une résistance non inductive, le second à travers une self-induction aussi grande que possible, de façon à obtenir, entre les deux courants qui traversent les deux circuits, une différence de phase aussi voisine que possible d'un quart de période. Dans le cas de courants triphasés, les enroulements sont reliés respectivement aux trois barres du réseau et aux trois bornes de l'alternateur à coupler, après transformation, bien entendu.

Les couplages sont tels que les champs développés par les enroulements du rotor et du stator tournent dans le même sens.

Il en résulte qu'au synchronisme le rotor restera immobile dans l'espace, et qu'il tournera dans un sens ou dans l'autre, avec une vitesse angulaire correspondant au glissement, si l'un des champs tourne plus vite ou plus lentement que l'autre.

Dans le cas d'un enroulement à deux pôles, un tour du rotor correspondra à *deux* périodes.

La coïncidence des phases correspond à un arrêt de l'appareil et de l'index qu'il entraîne, dans une position verticale, lorsqu'il y a concordance de phases.

Pour rendre visible à grande distance le sens de rotation de l'aiguille indicatrice, l'axe entraîne un écran, qui, suivant le sens de la rotation, découvre une lampe rouge ou une lampe verte, ce qui indique au mécanicien dans quel sens il doit modifier la vitesse pour atteindre le synchronisme.

A. Z.

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 25 sept. 1901, n° 234, p. 430.

L'ALUMINIUM

DANS

LES TRANSMISSIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Malgré les nombreuses notes auxquelles a déjà donné lieu l'emploi de l'aluminium dans les transmissions d'énergie, l'adoption en paraît particulièrement pénible, bien que la baisse du prix de ce métal et les fluctuations incessantes du cuivre en recommandent l'usage. La France surtout, qui pourtant tient la tête de la production, est rebelle à cette application susceptible de développer davantage l'électrométallurgie, cette industrie bien nationale.

La production universelle dépasse 12 000 tonnes et avant que les débouchés futurs, l'aluminothermie ou le clapet électrolytique industriel par exemple, fassent entrevoir une hausse quelconque, l'on peut en toute sécurité employer l'aluminium comme conducteur. Les centres de production sont : en France, l'usine de Saint-Michel qui applique le procédé Minet, les usines de

Froges et La Praz qui appliquent le procédé Héroult ; en Suisse, Neuhausen Schaffouse, procédé Héroult également; aux États-Unis, les usines de la Pittsburg Reduction C°, procédé Hall (cette Compagnie livre même au commerce des câbles en aluminium). Enfin en Angleterre, une seule fabrique : celle de la British Aluminium C°.

Tous ces procédés emploient l'alumine et le fluorure, c'est-à-dire une tension de 4 v environ par électrolyseur; Gosch prétend électrolyser avec 0,9 v seulement, par insufflation d'un courant de sulfure de carbone à l'anode qui substitue ainsi le sulfure à l'oxyde, mais ce processus n'a pas encore été appliqué industriellement.

Les Américains, pour utiliser leur stock qui dépasse 3000 tonnes, n'ont pas hésité devant des installations colossales comme la transmission de Kansas City à Lecovenworth (25 000 chevaux à 160 km) ou encore celle des chutes de Snoqualmie (10 000 chevaux à 72 km, triphasé 30 000 v). Depuis nulle plainte ne s'est élevée, ce qui est fort encourageant.

Dans l'état actuel l'aluminium doit être employé à l'état de fil nu, ce que nous supposons dans ce qui suit. Un coup d'œil sur le tableau des constantes mécaniques, thermiques et électriques des deux concurrents, nous montre que l'infériorité de l'aluminium se traduit surtout au point de vue mécanique :

TABLEAU COMPARATIF

Constantes.	Aluminium.	Cuivre.
Prix approximatif en fr par kg . . .	2,50 à 3,00	1,80 à 2,10
Densité	2,68	8,93
Charge de rupture (fils), en kg : mm²	25	40
Coefficient d'élasticité traction . . .	6050	12 000
Tours amenant la rupture	4 à 8	18 à 25
Chaleur spécifique.	0,2236	0,0947
Coefficient dilat. linéaire.	0,00002313	0,00001678
Résistivité, en microhms-cm. . . .	3,00	1,60

Le coefficient d'élasticité, de même que la ténacité, sont en effet deux fois plus faibles pour l'aluminium, ce qui veut dire d'abord que dans certains cas les portées seront limitées, et qu'ensuite la pose sera très délicate, car l'on atteint rapidement la limite de déformation permanente. De même la résistance à la torsion est très faible, et l'érosion du conducteur surviendra à 3 ou 4 tours, la rupture à 7 ou 8, ce qui vient encore compliquer la pose.

Un autre inconvénient résulte de la grande chaleur spécifique aggravée d'un coefficient de dilatation linéaire également élevé. Le conducteur sera donc excessivement sensible aux écarts de température qui atteignent facilement 50 ou 60°C de l'hiver à l'été, et l'on devra soigneusement prévoir une flèche suffisante pour ne pas dépasser, lors de la contraction, la charge limite d'élasticité. L'autre inconvénient qui résulterait du rapide échauffement par rI^2, est annulé par le fait qu'à résistivité égale le conducteur en aluminium a une section, et par suite une surface de refroidissement plus grandes que le conducteur en cuivre.

Puisque nous épuisons la série des inconvénients, mentionnons enfin la difficulté des joints. L'on a souvent employé un manchon de même métal, sans soudure aucune, le contact étant assuré par la seule tension de la ligne ; la soudure doit donner pourtant une plus grande sécurité, mais l'aluminium étant fortement électropositif, l'introduction d'un métal étranger peut donner naissance à un couple destructeur.

On pourra cependant se servir d'un manchon, qu'on remplira ensuite de soudure. Mentionnons à ce sujet les soudures spéciales de Richards, au phosphore, et du professeur Thiwing, du Knox College. Cette dernière est un alliage de 30 parties de zinc, 5 de bismuth et 66 d'étain; sa résistivité est la même que celle de Al, et il ne s'altère pas à l'air humide.

Les lignes en aluminium s'oxydent à l'air humide, mais la couche formée protège le métal contre une attaque ultérieure; une expérience de dix mois a montré qu'au bout de ce temps, la perte de conductibilité était de 5 à 6 pour 100 et l'augmentation de poids, de 0,6 pour 100 en moyenne, la surface extérieure étant corrodée de façon régulière.

En résumé, ce sont là des difficultés fort surmontables, qui n'impliquent en somme qu'une érection plus mathématique que celle des lignes en cuivre ordinaires.

Lors du montage le fil sera déroulé soigneusement, et ce au travers d'un chiffon gras pour éviter l'altération due à l'humidité; l'on devra se servir d'un dynamomètre, voire même d'un thermomètre; l'on se munira également d'une paire de voyants pour mesurer les flèches entre deux poteaux, et l'on pourra ainsi s'attendre à une aussi grande sécurité qu'avec des câbles en cuivre.

Quant à l'économie réalisable, il est facile de s'en convaincre par le calcul de la plus économique densité de courant. Nous savons que le coût total annuel d'une canalisation se compose de trois termes :

I. La perte en watts;

II. La perte proportionnelle à la section;

III. La perte fixe pratiquement indépendante de la section.

Cette dernière, qui comporte la pose, les isolateurs, les tranchées, etc., est la même pour Al ou Cu, comme nous le verrons tout à l'heure.

I. Perte en watts par effet Joule rI^2; si le courant passe h heures par jour, et si le kilowatt-heure est estimé revenir à n francs, on aura pour le premier terme :

$$\frac{rI^2 \times 365h \times n}{1000} \text{ fr.}$$

II. Si l'on appelle :

s, la section en cm²;

a, le taux d'entretien et d'amortissement de la ligne;

p, le poids en tonne par km d'un fil d'un cm²;

f, le prix de la tonne tréfilée en fr.

On a pour le deuxième terme :

$$\frac{apsf}{100} \text{ fr.}$$

Si nous prenons comme résistance kilométrique de 1 cm² d'aluminium à la température ordinaire $R = 0{,}35$ ohm, on a :

$$s = \frac{0{,}35}{r}. \qquad (1)$$

Soit

$$\frac{0{,}35\,apf}{100\,r}\text{ fr}$$

pour le deuxième terme.

III. Quant au troisième il se compose du taux d'amortissement b de la pose, etc., et l'on a pour valeur de la dépense annuelle totale :

$$x = \frac{365\,rI^2nh}{1000} + \frac{0{,}35\,apf}{100\,r} + b\text{ fr.}$$

Prenant la valeur de r qui rend x minimum, on a :

$$36\,500\,I^2nh - \frac{350\,apf}{r^2} = 0,$$

d'où

$$r = \sqrt{\frac{70\,apf}{7300\,I^2nh}}. \qquad (2)$$

Reprenons l'équation (1) en y introduisant la valeur de r; on a après simplification

$$\frac{I^2}{s} = \frac{14\,apf}{179\,nh}$$

$$\frac{I}{s} = \sqrt{\frac{14\,apf}{179\,nh}}\ \text{A : cm}^2. \qquad (3)$$

Telle est la valeur de la plus économique densité de courant et celle de la résistance kilométrique (2) qui permettront de calculer facilement la transmission.

Pour le cuivre, avec une résistance kilométrique de 0,18 ohm par cm², on aurait obtenu respectivement :

$$r = \sqrt{\frac{36\,apf}{7300\,I^2nh}} \quad (4) \quad \text{et} \quad \frac{I}{s} = \sqrt{\frac{9\,apf}{59\,nh}}. \quad (5)$$

Comparons maintenant le cuivre à l'aluminium en tirant de (3) et de (5) les densités correspondant aux valeurs suivantes :

	Cu.		Al.	
a	8	pour 100.	8	pour 100.
h	10	heures.	10	heures.
n	0,05	fr.	0,05	fr.
p	0,893	tonne.	0,268	tonne.
f	2,250	fr.	2,750	fr.
	câblé.		tréfilé.	

on obtient :

$$\frac{I}{s}\,\text{Al} = 30\ \text{A : cm}^2;$$

$$\frac{I}{s}\,\text{Cu} = 67\ \text{A : cm}^2.$$

Prenons une intensité à transporter de 20 A, la section sera :

$$s\text{Al} = \frac{20}{30} = 0{,}66\ \text{cm}^2;$$

$$s\text{Cu} = \frac{20}{67} = 0{,}30\ \text{cm}^2.$$

Le poids kilométrique :

$$p\text{Al} = 0{,}66 \times 0{,}268 = 0{,}1769\ \text{tonne};$$

$$p\text{Cu} - 0{,}30 \times 0{,}893 = 0{,}2679\ \text{tonne}.$$

Le prix kilométrique :

$$f\text{Cu} = 0{,}2679 \times 2250 = 602{,}80$$

$$f\text{Al} = 0{,}1769 \times 2750 = 486{,}50$$

$$116{,}30$$

D'où enfin économie en faveur du conducteur en aluminium

$$\frac{116{,}3 \times 100}{602{,}8} = 19{,}3 \text{ soit 20 pour 100,}$$

ce qui certes compense amplement les quelques précautions indispensables pour l'érection de la ligne, d'autant plus que ce chiffre de 20 pour 100 est susceptible de majoration suivant les circonstances accidentelles.

Les frais de pose peuvent être considérés comme semblables; nous avons vu que la ténacité du fil d'Al était moitié de celle de Cu, mais sa section est plus du double de sorte qu'on pourra dans l'un et l'autre cas choisir la même tension de pose, les mêmes portées, et par suite une même valeur du troisième terme b. J. IZART.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les dangers du celluloïd. — Le pays entier et spécialement l'industrie électrique ont été gravement impressionnés par les résultats terribles de l'incendie des usines de la General Electric C°, le 9 courant. On suppose que la cause de ce désastre fut la combustion subite d'une grande quantité de fleurs et de ballons en celluloïd, qui étaient dans la chambre où l'incendie éclata d'abord.

On a beaucoup vendu de ces articles pour les illuminations électriques pour les fêtes du couronnement, et on les a montés avec des festons de feuilles artificielles.

Que l'on connaisse ou non la cause réelle de l'incendie, il n'en résulte pas moins qu'il y a un réel danger d'amasser un tel matériel, et même de l'employer avec l'électricité. Il n'y a aucun doute que, sous certaines conditions de température, le celluloïd s'enflamme.

La télégraphie sans fil. — On dit que le 22 courant la Compagnie Marconi espère pouvoir transmettre des messages à travers l'Atlantique au moyen de la nouvelle station qu'elle a érigée au cap Cod, Nova Scotia, et naturellement on attend avec impatience cet événement dans les cercles industriels et scientifiques.

C'est chose toute naturelle, lorsqu'un homme réussit, de rencontrer des personnes qui prétendent critiquer son œuvre, et il y a assurément un fort parti dans ce pays pour répéter que M. Marconi n'est pas l'inventeur

de la télégraphie sans fils, mais que ce sont MM. Hertz et Lodge, tandis que M. Marconi n'a jamais dit qu'il le fût. Les mêmes personnes suggèrent maintenant que dans les épreuves récentes à travers l'Atlantique, on n'employait pas du tout le cohéreur, mais un dispositif plus sensible, et que M. Marconi n'a pas imaginé cela. On a suggéré de plus que l'inventeur de ce nouveau récepteur est un officier de la flotte italienne.

Les signaux pour les tramways électriques. — Depuis quelque temps on emploie sur les tramways électriques du Conseil municipal de Portsmouth, un appareil automatique inventé par MM. Jones et Trotter. Jusqu'à présent on n'a essayé cet appareil qu'à un seul endroit où, par suite, on a supprimé deux aiguilleurs, réalisant ainsi une économie considérable; et maintenant on se propose d'installer ce système en d'autres points sur la ligne, où il y a des courbes dangereuses et des points de traversée. Un signal est posé à chaque bout d'une portion de la ligne qui doit être protégée, et on peut le monter sur le poteau du fil de trolley ou à tout autre support convenable. Le signal est constitué par les appareils ordinaires employés sur les chemins de fer avec des lampes à incandescence et des verres verts ou rouges pour la nuit.

La disposition est telle que, lorsqu'une voiture vient à un certain point, si la voie est libre, le signal est abaissé automatiquement, et le signal se met à l'arrêt au bout opposé de la section de ligne protégée.

Il est ainsi impossible que deux voitures qui vont dans la même direction viennent dans la même section en même temps; par suite, on peut voir que l'invention est très utile, et devrait apporter une économie dans les dépenses d'exploitation des grands systèmes de tramways.

Les petits chemins de fer en Angleterre. — On a récemment publié le rapport des concessionnaires des petits chemins de fer jusqu'à la fin de l'année dernière, d'où il résulte que des progrès considérables ont été effectués. Pendant l'année dernière, les concessionnaires ont passé 49 ordres pour de petits chemins de fer, et ils n'en ont rejeté que 3, tandis que 15 furent acceptés jusqu'à l'année courante.

Ces projets, qui furent soumis au Ministre, comprenaient 2150 km et presque 225 millions de fr. Le concours financier accordé pendant l'année sous les conditions de l'acte, inclurent plusieurs centaines de mille francs en dons libres et de plus petites sommes sur emprunts à un intérêt de 3 ou 3,25 pour 100.

L'électrolyse des conduites principales de gaz. — M. Swinburne a récemment fait une communication devant l'*Incorporated Gaz Institute* sur l'électrolyse des conduites principales de gaz et d'eau par les courants vagabonds des tramways électriques. La situation actuelle dans ce pays est telle que les tramways peuvent employer les retours par la terre, et qu'ils ne sont pas responsables envers les compagnies de gaz et d'eau si leurs conduites principales sont corrodées, si les autorités des tramways prennent toutefois les précautions d'usage pour éviter les dérivations d'électricité.

Le conférencier annonçait qu'il n'y a d'électrolyse que là où l'électricité laisse le métal et entre dans le sol humide, et il expliqua les divers systèmes pour éviter la perte, tels que la ligature, la soudure ou la jointure en fonte, l'emploi de câbles et de survolteurs de retour, etc. Il considère qu'une des principales protections est que les Sociétés des tramways perdent elles-mêmes beaucoup par l'électrolyse, car il faut qu'elles tiennent compte de leurs câbles couverts de plomb en addition à leurs rails. Il disait encore que les courants naturels de la terre ont des effets comparables à ceux des tramways, et que des tuyaux de service en plomb ou en fer, en contact métallique avec des conduites principales de gaz ou d'eau en fonte peuvent facilement être corrodées sans aucun courant de tramways ou d'autre chose.

Le temps, et le temps seulement, montrera si les précautions qu'on adopte à présent rendront intacts les conduites de gaz et d'eau, et il suggéra que si, après une certaine période, on montrait que ceci arrivait encore, les Compagnies devraient en référer au Parlement pour plus de protection contre les tramways.

L'Association des électriciens et le Board of Trade. — L'année dernière, une thèse fut lue devant l'Association des ingénieurs-électriciens, sur les difficultés légales éprouvées par des personnes qui voulaient faire passer des bills, pour la distribution de l'énergie électrique, devant le Parlement et la grande dépense qu'il fallait faire afin de diminuer l'opposition que pouvaient exercer les municipalités. Comme résultat, une commission fut formée, qui décida que l'Institut devrait envoyer une députation au *Board of Trade* pour expliquer ces plaintes. L'assemblée eut lieu le 18 juin, et la députation, qui avait à sa tête M. Swinburne, le président, fut introduite devant M. Gerald Balfour par Lord Kelvin. M. Swinburne montra les circonstances spéciales qui avaient causé les restrictions attachées aux entreprises électriques et la grande opposition présentée par les autorités locales. Il dit que depuis 1882 l'industrie électrique ne traitait plus pour de petites surfaces, mais pour des milliers d'hectares couvrant des départements entiers. Ils avaient à faire avec des chemins de fer de toutes sortes pour relier un endroit avec un autre, mais partout ils ne furent incommodés autant que par les autorités locales. Ils voulurent empêcher cette attitude de la part des municipalités qui mettaient obstacle fréquemment à l'exécution des ordres parlementaires pour la mise en exploitation des tramways, tandis qu'elles ne disaient rien à d'autres personnes. Il pria M. Balfour de faire son possible pour obtenir la nomination d'une commission royale pour examiner la question.

M. le colonel Crompton, M. Ferranti et d'autres ont

aussi parlé. En répondant, M. Balfour dit qu'il serait heureux de recevoir de l'Institut les réclamations qu'ils voulaient faire, et qu'il reconnaissait bien la grande importance du sujet qu'on lui avait présenté. Il fut bien d'accord avec les vues qu'on avait exprimées, mais il demanda si l'état peu développé de l'industrie en Angleterre était dû entièrement aux raisons qu'on lui avait donné. En admettant que les autorités locales aient, quelque part, abusé des droits qu'on leur avait accordés, il pensa qu'elles devaient avoir un motif spécial.

Cependant il annonça qu'on avait rédigé un bill qui plairait aux deux parties, mais il ne pouvait pas espérer que ce bill pourrait être présenté pendant la présente session parlementaire.

Le chemin de fer métropolitain. — Le projet entier pour l'électrification de ce chemin de fer fait des progrès rapides, et, comme commencement, afin d'attirer le public, on a fait de grandes réductions sur les tarifs, qui auront à lutter avec les tarifs sur le Central London Railway. Par un arrangement avec le chemin de fer du Great Western, le nouveau projet d'électrification s'étendra jusqu'à Hammersmich.

On vient de passer une grande commande pour un tableau de distribution à la *British Thomson Houston C°* pour dix génératrices de 5000 kilowatts 11000 volts sur le chemin de fer combiné du District et Metropolitan. Il comprendra 47 panneaux d'ardoise émaillée noire, divisés entre les diverses machines et convertisseurs. Les circuits, les génératrices et les câbles doivent être commandés par des interrupteurs à huile fabriqués par la *British Thomson Houston C°*, et capable d'ouvrir un circuit à pleine charge. Ceux-ci agiront aussi comme les interrupteurs de circuits automatiques dans les circuits de feeders qu'ils pourront ouvrir en cas d'un retour de courant, formant ainsi disjoncteur automatique sans l'interposition de plombs à haute tension.

Un omnibus électrique et à pétrole. — Pendant ces derniers jours, un omnibus qui a excité beaucoup l'attention a circulé dans Londres. Cette voiture automobile a été introduite par la *Fischer Motor Vehicle C°* de New-York, et on prétend qu'elle ne produit aucun bruit et qu'elle est bien facile à manier; on affirme également qu'elle peut bien gravir les côtes. L'omnibus peut contenir 18 personnes, 12 dans l'intérieur et 6 sur l'impériale. Il a un moteur à pétrole de 19 chevaux à trois cylindres, disposé avec son arbre perpendiculaire à l'essieu devant l'omnibus, avec un volant en arrière et une dynamo multipolaire en avant. Cette dernière a une puissance de 5 kw à 500 tours par minute et à 110 volts. Elle fournit du courant à une paire de moteurs shunt de 5 chevaux, qui actionnent par un train à double réduction les roues arrière. Une batterie comprenant 50 éléments d'une capacité de 90 ampère-heures est reliée en permanence à la dynamo lorsque la machine fonctionne, de façon à maintenir la vitesse de la dynamo constante dans les conditions ordinaires. La batterie absorbe le courant de la dynamo lorsque la puissance produite par la machine excède celle demandée par les moteurs, et elle fournit de l'énergie aux moteurs lorsque ces derniers demandent plus de courant que la machine ne peut en fournir à ce moment.

Cette disposition ne paraît pas se recommander pour son bon rendement, mais sans doute ses qualités de maniement sont bonnes.

On dit que la *London Road Car C°* est en négociation avec les propriétaires en vue de placer plusieurs de ces omnibus dans les rues de Londres. C. D.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

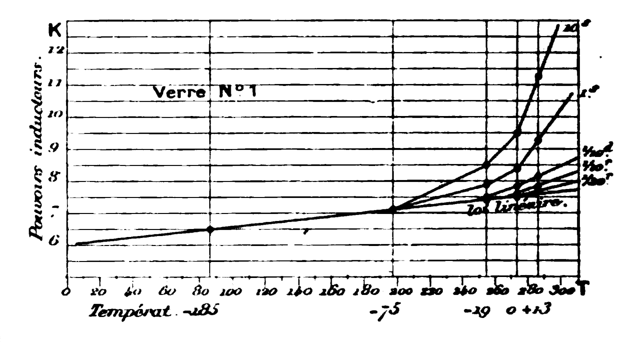
ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 2 juin 1902.

Sur le pouvoir inducteur spécifique des diélectriques aux basses températures. — Note de MM. Jacques Curie et P. Compan, présentée par M. A. Potier. — Nous avons mesuré aux basses températures le pouvoir inducteur spécifique de divers diélectriques solides.

Nous avons effectué ces déterminations en disposant les diélectriques à étudier sous la forme de condensateurs plans avec anneau de garde, et nous avons fait les mesures à l'aide d'un quartz piézo-électrique, d'après le procédé indiqué antérieurement par l'un de nous[1],

La pile de charge employée consistait en une série de 35 éléments Daniell correspondant à une différence de potentiel de 40 volts environ. La charge des condensateurs était obtenue à l'aide d'un pendule, muni de deux lames d'acier, qui établissait les communications nécessaires pendant un temps déterminé. Nous avons opéré successivement à la température ambiante (+ 15° environ), à la température de — 19° dans un mélange réfrigérant, à la température de — 75° dans un mélange d'acide carbonique et d'éther, enfin à la température d'ébullition de l'air liquide, à — 185°. Nous



pouvons indiquer aujourd'hui les résultats relatifs à l'étude du verre. Nous avons opéré sur trois échantillons représentés par trois lames de microscope (crown). Le tableau ci-dessous

(1) J. Curie, *Ann. de chim. et de phys.*, 1889.

contient les nombres obtenus avec le premier échantillon. Les deux autres donnent des résultats analogues.

Temps de charge en secondes.	Températures en degrés.				
	+ 13.	0.	−19.	−75.	−185.
10.	11,25	9,47	9,44	7,09	6,49
1.	9,32	8,44	7,81	7,09	6,49
$\frac{1}{10}$	8,04 *d* / 7,75 *r*	7,75 *d* / 7,52 *r*	7,42	8,09	6,49
$\frac{1}{20}$	7,85 *d* / 7,59 *r*	7,50 *d* / 7,42 *r*	7,36	7,09	6,49

La lettre *d* placée à côté d'un nombre indique que la valeur est obtenue en descendant les températures, c'est-à-dire en opérant du chaud au froid; la lettre *r* indique que la valeur est obtenue en remontant les températures, c'est-à-dire en opérant du froid au chaud. Le verre qui vient d'être chauffé ou qui a séjourné longtemps à la température ordinaire n'est pas identique au verre qui vient d'être énergiquement refroidi. Il conserve le souvenir des opérations calorifiques qu'il vient de subir. Il y a hystérésis dans les effets produits par les variations de température.

On peut tirer de ce tableau plusieurs conclusions intéressantes : 1° *le froid a pour action principale de supprimer toute la courbe de charge lente.* A — 75° déjà, et à plus forte raison dans l'air liquide, le verre est devenu un diélectrique parfait. Le pouvoir inducteur est alors rigoureusement indépendant du temps de charge. Ce résultat a été vérifié, comme on peut le voir sur le tableau, pour des temps de charge qui ont varié depuis $\frac{1}{20}$ de seconde jusqu'à 10 secondes.

2° Pour des temps de charge faibles $\left(\frac{1}{20}\text{ de seconde}\right)$ le pouvoir inducteur du verre varie peu avec la température. Il a varié de 7,59 à 6,49 entre +13° et — 185°. M. Rubens, pour un verre d'une autre espèce (flint), indique un nombre analogue aux précédents, soit 6,77, pour le coefficient correspondant à l'indice de longueur d'onde infini dans la formule de dispersion.

3° Le pouvoir inducteur du verre augmente avec la température suivant une loi linéaire : *la variation du pouvoir inducteur est proportionnelle à la variation de température.*

Si l'on représente par k_0 une constante qui serait le pouvoir inducteur au zéro absolu, si la loi se maintenait jusque-là, par k le pouvoir inducteur à la température absolue Θ, par A un coefficient constant caractéristique de la substance, on a

$$k = k_0 + A$$

La loi de proportionnalité paraît s'appliquer tant que la courbe de charge lente n'intervient pas pour masquer la variation régulière. En fait, la loi s'applique d'autant mieux que le temps de charge est plus court.

Avec le verre, pour un temps de charge égal à $\frac{1}{20}$ de seconde, elle s'applique depuis — 185° jusqu'à zéro-glace environ. Elle paraît s'appliquer plus longtemps lorsqu'on remonte les températures au lieu de les descendre.

Le tableau suivant indique les valeurs de A et de k_0 pour les trois échantillons de verre étudiés (crown).

	k_0.	A.
Verre n° 1	6,05	0,00524
Verre n° 2	6,83	0,00520
Verre n° 3	6,24	0,00533

Les résultats précédents ne sont pas particuliers au verre. La variation des pouvoirs inducteurs de l'ébonite, du mica et du quartz s'effectue d'une manière analogue; en particulier, la loi de variation linéaire s'applique parfaitement bien [1]. »

Influence de la différence de potentiel sur la formation de l'ozone. — Note de M. A. Chassy, présentée par M. G. Lippmann. — J'ai montré dans une précédente note [2] que la loi qui exprime la manière dont progresse la richesse en ozone de l'oxygène soumis, pendant des durées croissantes, à l'influence de l'effluve, était la même quel que soit la différence de potentiel employée, pourvu qu'il restât constant pendant toutes les mesures constituant une série d'expériences. Je me propose, dans cette note, d'étudier l'influence de la grandeur de la différence de potentiel sur la rapidité de formation de l'ozone.

Quand on soumet l'oxygène à l'effluve sous des différences de potentiel croissantes, on constate qu'on n'obtient d'abord pas d'ozone d'une façon bien sensible. A partir d'une certaine tension, variable avec les dimensions du tube ozoniseur, mais s'élevant toujours à plusieurs milliers de volts, l'ozone commence à se former. En continuant alors à augmenter lentement le potentiel, on constate que la puissance de l'appareil, au point de vue de la formation de l'ozone, augmente très rapidement, comme je vais le montrer.

L'électromètre que j'emploie est un instrument composé de deux lames de 5 cm², distantes de 15 cm, et plongeant dans l'huile. Une de ces lames est fixe. et l'autre, qui est attirée par la première, est suspendue à un fil de torsion servant à équilibrer l'action électrique. A l'aide d'un microscope muni d'un micromètre, je peux viser un point de la lame mobile. Dans les limites indiquées par un voltmètre électrostatique de Hartmann et Braun, allant de 1000 à 12 000 volts, j'ai constaté que la torsion dans mon électromètre était rigoureusement proportionnelle au carré de la différence de potentiel. J'admets qu'il en est de même pour les tensions supérieures en me servant de voltmètre de comparaison pour déterminer la constante de mon instrument. Comme source électrique, j'utilise un alternateur de 50 périodes alimentant une grosse bobine de Ruhmkorff qui sert ainsi de transformatenr à haute tension.

La tension à laquelle l'ozone commence à se former d'une façon très appréciable est caractérisé par la formation d'effluves. Pour une tension supérieure d'environ 40 pour 100 au précédent, la décharge se produit sous forme de pluie de feu. Il y a donc dans le phénomène

[1] Nous tenons à remercier ici M. le professeur Crova, qui a bien voulu mettre à notre disposition son laboratoire. tous les appareils nécessaires, et la machine à air liquide qui appartient à l'Institut de physique de l'Université de Montpellier.

[2] Chassy, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 789.

deux phases qui vont justement me servir à énoncer la loi de formation. Il faut remarquer toutefois que le passage de l'une à l'autre phase manque un peu de précision.

Par suite de l'existence d'une concentration limite, l'effet d'une tension constante n'est pas proportionnel à sa durée. Il faut donc, pour comparer les différentes tensions, chercher les durées produisant une même concentration. Il est plus commode de ne pas s'astreindre à réaliser expérimentalement cette condition et de se servir de la courbe correspondant au tableau contenu dans la note citée plus haut. On atteint la plus grande précision possible en prenant une durée de courant telle que la concentration de l'ozone produit soit faible, parce qu'alors l'effet du courant est presque proportionnel à sa durée, ce qui diminue les erreurs provenant de l'usage de la courbe considérée.

Pendant la seconde phase du phénomène, celle qui correspond à la pluie de feu, la loi obtenue est très simple et peut s'énoncer ainsi : *La puissance de production de l'ozone est proportionnelle au carré de la différence de potentiel efficace qui existe entre les armatures.* Quant à la constante de proportionnalité, elle dépend essentiellement des dimensions du tube à oxygène. Pendant la première phase, c'est-à-dire pour les tensions les plus faibles capables de produire de l'ozone, cette loi du carré n'existe plus. Désignons par A et B les effets de deux tensions a et b, a étant supposé plus petit que b. Posons

$$\frac{A}{B}=\left(\frac{b}{a}\right)^n.$$

L'exposant n, pendant la première phase, est variable et supérieur à 2. Il est d'autant plus grand que A et B sont plus voisins de la tension initiale pour laquelle le phénombne commence. J'ai bien essayé, pour cette phase, de représenter l'influence de la tension en fonction de la différence entre cette tension et la tension initiale, mais je n'ai rien obtenu de simple. D'ailleurs, dans la loi que je considère comme rigoureuse pour la seconde phase, il s'agit bien du carré de la tension utilisée dans l'expérience et non du carré d'une différence de deux tensions. Il est difficile de saisir exactement à quel moment commence la loi du carré, puisque, pour les tensions inférieures leur puissance d'action s'en écarte d'une façon continue; mais il est certain que cette loi s'applique ensuite indéfiniment pour les tensions de plus en plus fortes.

Comme exemple d'une série de mes expériences, je donnerai la suivante, où je représente en valeur relative par P la puissance d'ozonification de la différence de potentiel efficace V, évaluée en milliers de volts. J'ai pris comme unité d'action celle qui correspond dans mon appareil à 13 200 volts :

V.	P.	P'.
9	0	»
9,18	0,225	»
9,54	0,061	»
10,1	0,153	»
11,18	0,55	0,72
11,82	0,73	0,80
12,5	0,86	0,89
13,2	1	1
16,5	1,58	1,56
20,4	2,10	2.39
26,80	3,70	3,88
34,50	6,70	6,83
41	9,90	9,65

On voit que, dans cet exemple, la loi des carrés s'applique au-dessus de 12 000 volts efficaces, car les valeurs P′ de la puissance d'ozonification, calculées en vertu de cette loi et en comparant toutes les tensions à 13 200 volts, coïncidènt à peu près avec P, à partir de cette limite inférieure. Il est probable que cette loi n'est pas empirique et qu'elle s'applique aux tensions supérieures à celles dont je dispose dans mes expériences.

Il me semble qu'on doit concevoir de la façon suivante cette bizarrerie apparente d'une loi qui serait exacte et qui ne s'appliquerait pourtant pas dans toute l'étendue de l'échelle. Puisqu'on constate expérimentalement que la décharge ne commence nettement qu'à partir d'un certain voltage, il faut en conclure qu'il y a une résistance spéciale, une inertie inconnue du diélectrique, que je ne saurais définir, mais qu'il s'agit d'abord de vaincre et qui trouble, au commencement, l'expression mathématique du phénomène. Dès que la décharge est un peu intense, il faut admettre, pour expliquer la simplicité de la loi énoncée, que l'influence de cette inertie diminue de plus en plus pour devenir sensiblement nulle à partir d'une tension suffisante.

Au point de vue du rendement, on devra toujours opérer avec des tensions supérieures d'environ 40 pour 100 à la tension la plus faible commençant à former de l'ozone. Cette dernière tension est toujours facile à déterminer. Il est inutile d'opérer avec des tensions supérieures, si l'on considère seulement le point de vue qui nous occupe. La quantité d'ozone obtenue croît, en effet, d'une façon simplement proportionnelle à l'énergie débitée par la source électrique.

Séance du 9 juin 1902.

Sur une différence qualitative entre les effets excito-moteurs des courants induits de fermeture et d'ouverture. — Note de Mlle I. Ioteyko, présentée par M. Marey. (Voyez les *Comptes rendus*.)

Séance du 16 juin 1902.

Photomètre physiologique. — Note de M. G.-M. Stanoiévitch, présentée par M. Janssen. — Dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, n° 6), nous avons décrit un photomètre basé sur le principe d'une quantité d'énergie lumineuse minimum; ce photomètre a l'avantage de ne pas avoir besoin d'un étalon lumineux pendant les mesures. La disposition convient bien pour les sources lumineuses d'une intensité un peu faible, telles que les lampes à incandescence, becs de gaz, etc.

S'il s'agit de sources très intenses, telles que les lampes à arcs, on pourrait se servir du même appareil, en augmentant le nombre de verres dépolis qui se trouvent à l'extrémité dirigée vers la source lumineuse. Pourtant,



la disposition suivante des mêmes éléments convient mieux pour ce genre de mesures.

La partie oculaire de l'appareil, avec sa lentille convergente et les ouvertures de différentes formes, reste la même; seulement, le diaphragme iris est remplacé par un diaphragme à ouverture fixe (de 1 mm à 2 mm). La partie dirigée vers la source lumineuse est changée de façon que, derrière le verre dépoli, on place une lentille convergente, d'une longueur focale de 5 cm à 10 cm; le diaphragme iris, avec son tambour divisé, est alors placé immédiatement derrière cette lentille. Le diaphragme à ouverture invariable, qui occupe déjà le foyer de la lentille de la partie oculaire de l'appareil, doit occuper en même temps le foyer de cette seconde lentille.

Le seul élément variable de l'instrument c'est l'ouverture du diaphragme iris: la clarté de la lumière qui, de la source lumineuse, tombe sur le diaphragme invariablement, est proportionnelle à l'ouverture du diaphragme iris, c'est-à-dire au carré de son diamètre. En fermant plus ou moins le diaphragme iris, on laisse tomber sur le diaphragme invariable des quantités de lumière différentes, nécessaires pour faire apercevoir les différentes ouvertures qui se trouvent devant la loupe de la partie oculaire de l'appareil.

Cette nouvelle disposition du photomètre a cet avantage sur l'appareil décrit précédemment, qu'elle permet des variations mieux graduées et qui, dans des limites plus larges, assurent à l'appareil un emploi plus général.

Pour ce qui est de la graduation, de la construction des courbes et de l'emploi de l'appareil dans la rue, les manipulations restent les mêmes que pour l'appareil décrit précédemment.

La décharge électrique dans la flamme. — Note de M. Jules Semenov, présentée par M. Lippmann. (Voyez les *Comptes rendus*.)

Sur les effets électrostatiques d'une variation magnétique. — Note de M. V. Crémieu, présentée par M. Lippmann. (Voyez les *Comptes rendus*.)

Sur une perturbation magnétique, observée à Athènes le 8 mai 1902. — Note de M. D. Éginitis, présentée par M. Lœwy. — Une perturbation magnétique, très sensible, affectant principalement la composante horizontale, un peu moins la déclinaison et excessivement peu la composante verticale, fut observé, le 8 mai, sur les courbes des enregistreurs magnétiques (système Mascart) installés depuis 1899 à l'Observatoire d'Athènes; elle a commencé à 1^h35^m et continué jusqu'à environ 9^h30^m (temps moyen astronomique d'Athènes). C'est la même perturbation que celle qui s'est manifestée à Paris, suivant la Communication de M. Th. Moureaux à l'Académie (12 mars 1902), de midi 6^m jusqu'à 8^h du soir (t. m. de Paris), soit en même temps qu'à Athènes.

La catastrophe de la Martinique aurait eu lieu le même jour vers 8^h du matin (t. local), soit vers 1^h40^m (t. m. d'Athènes); l'éruption de la Montagne Pelée coïnciderait donc avec les troubles indiqués par nos appareils magnétiques.

Mais si cette perturbation a, en effet, quelque rapport avec l'éruption volcanique en question, elle ne peut provenir que d'une cause purement magnétique ou électrique, et non pas d'une transmission mécanique des secousses sismiques, qui doivent avoir accompagné ce grand phénomène géologique. En effet, notre sismographe (système Agamemnone) n'a montré, pendant le même temps, absolument aucune agitation, tandis qu'il nous a donné jusqu'ici des traces très nettes d'un grand nombre de tremblements de terre très faibles, alors que les courbes magnétiques ne montraient pas la moindre agitation.

Il en résulte donc, vu aussi la *simultanéite* du phénomène à Paris et à Athènes, que cette perturbation doit être de nature magnétique ou électrique.

BIBLIOGRAPHIE

Les générateurs d'électricité à l'Exposition universelle de 1900, par Guilbert. — *Naud*, éditeur. Paris, 1902. (Prix : 30 fr.)

Si je ne craignais de me faire taxer de paresseux, je me bornerais à dire de ce livre que M. Potier a bien voulu, sinon même voulu, en écrire lui-même et signer la bibliographie pour un de nos confrères. — Je ne me considérerais cependant pas pour cela comme en ayant fait un petit éloge; l'auteur ne s'en plaindrait certainement pas et mes lecteurs encore moins; mais il faut gagner sa pauvre vie et garnir le journal. A moins d'ailleurs de reproduire intégralement l'article de notre Maître à tous, je n'aurais pas le plaisir de faire connaître tout ce que contient cet énorme ouvrage et les services qu'il est appelé à rendre tant aux ingénieurs et constructeurs actuels qu'aux jeunes boutures des uns et des autres qui peuplent et peupleront longtemps encore nos pépinières dites écoles avant la réapparition de pareille œuvre.

Si descriptif qu'il soit, et c'est son principal objet comme c'est son principal mérite, un livre de ce genre ne pouvait cependant pas sortir des mains de son auteur sans en porter l'empreinte sous forme de considérations générales, d'aperçus théoriques, de classification méthodique et d'exposé des propriétés spéciales à chaque groupe de machines, fruit de son expérience, de son savoir et de ses nombreux travaux et collaborations antérieurs. C'est là, en effet, ce qui le caractérise, et nul n'était certainement mieux qualifié que M. Guilbert pour cette étude d'ensemble, notamment en ce qui en concerne la partie la plus intéressante, celle relative aux courants alternatifs.

Cette heureuse enveloppe compense largement, je ne dirai pas pour le lecteur, mais pour le travailleur, car un ouvrage de ce genre ne se lit pas, il se travaille; cette heureuse enveloppe, dis-je, compense largement

l'aridité inévitable de semblable exposé. Malgré les tableaux synoptiques du plus haut intérêt, dans lesquels il a finalement groupé les constantes et éléments de construction d'un très grand nombre de machines actuelles, l'auteur a cru devoir, en effet, dans le corps même du livre, employer la phrase complètement construite, qui le conduit forcément à des répétitions, alors que de simples énoncés et des données plus concises et moins monotones auraient parfaitement suffi.

Très C.G.S. d'ailleurs, bien écrit, orné d'un nombre considérable de figures tant perspectives que schématiques, de courbes de fonctionnement relevées à l'oscillographe, de caractéristiques, et portant en trois langues — français, allemand et anglais — ses principaux titres ou indications, ce livre est une des plus heureuses et utiles contributions à l'étude des machines dynamo-électriques à la fin du siècle qui les a vues naître et dans leur trentième année d'existence. Il est appelé comme tel à un réel et mérité succès.

Pour toute critique, sans laquelle notre raison d'être ne se justifierait pas, je ne lui reproche que d'introduire, pour la première fois, dans un livre, le pluriel, c'est-à-dire la franoisation complète et tout à fait inutile, suivant moi, du mot anglais *compound* qui, en sa qualité d'adjectif, est essentiellement invariable. — En outre, bien qu'un grand nombre des figures schématiques, extraites de dessins d'exécution, portent des cotes, beaucoup d'entre elles manquent de repérage, et le hasard de l'étude d'exécution ou de la réduction amène souvent côte à côte ou disséminés des appareils dont les représentations respectives donnent la plus fausse idée possible de leurs dimensions relatives réelles. Je me permets, en conséquence, d'exprimer le vœu que, dans tout travail analogue, où la comparaison des dimensions joue un rôle d'une certaine importance, il ne soit jamais omis, comme complément de chaque dessin et à défaut de cotes, une échelle fixant sur les valeurs relatives de l'encombrement des machines et sur leur coefficient de puissance *volumique*. E. B.

Guide pratique pour le calcul des lignes électriques aériennes à courants alternatifs simples et triphasés, par Pionchon et Th. Heilmann. — *Gratier* et *Rey*, éditeurs. Grenoble, 1802. (Prix : 4 fr.)

Continuant « Au pays de la houille blanche » ses études et publications si simples et si fécondes comme enseignement, le principal auteur de cette élégante plaquette met aujourd'hui, dans ses 60 pages, à la disposition des ingénieurs-électriciens appelés à les utiliser, les formules, tableaux numériques et graphiques résultant des nombreux avant-projets de transports électriques d'énergie que son collaborateur et lui ont été à même d'établir ou d'étudier.

Quel que soit le nouveau venu que nous révèle le titre de cette publication; qu'il soit simplement le collaborateur de son maître ou que celui-ci couvre gracieusement de son nom l'entrée d'un élève préféré sur la scène électro-littéraire, nous sommes heureux de l'accueillir sous un tel patronage.

Ce n'est pas, comme le disent modestement les auteurs, qu'ils aient la prétention d'apporter aucun appoint à l'étude théorique de la question des canalisations électriques alternatives si magistralement exposée par M. Blondel; leur seul objectif est de faciliter au praticien le passage toujours difficile de la solution théorique des problèmes qu'elle soulève à son application sous forme de projet concret. Les nombreux exemples qui en sont donnés complètent, avec l'exposé des principes, la première moitié du travail, dont la seconde est entièrement dévolue aux données pratiques ci-dessus énumérées.

Tous nos compliments et remerciements aux auteurs et éditeurs de ce fascicule des plus substantiels et des mieux présentés. E. B.

Practical calculation of dynamo-electric machines. (Calcul pratique des machines dynamo-électriques), par Wiener, 2e édition. — *Electrical World and Engineer*, New-York, 1902. (Prix : 15 fr.)

Forcément, au fur et à mesure que les années s'écoulent, que la science progresse et que l'industrie se développe, les données pratiques se multiplient et l'on arrive à pouvoir constituer un volume de plus de 700 pages, comme celui-ci, à l'aide de tous les renseignements, résultats d'épreuves, etc., fournis de tous côtés ou publiés dans les divers ouvrages ou périodiques spéciaux. De la réunion de ces multiples éléments, de leur coordination et de leur vérification de concordance avec les principes théoriques à la confection d'un véritable traité vécu de calcul et de construction de machines il n'y avait qu'un pas; il a été franchi par M. Wiener, et, s'il ne l'a pas conduit à la conception d'une œuvre originale, il l'a mené à une œuvre bien américaine par ses grandes dimensions et le besoin de montrer tout ce qui a été fait, en Amérique surtout, et tourné et retourné dans les idées de l'ancien monde sans qu'il y ait plus rien à en tirer. Ce livre ne contient pas, en effet, moins de 235 descriptions de machines et données y relatives, dont — 162 américaines, — 22 anglaises, — 20 allemandes, — 7 françaises — et 12 suisses: — et il ne s'agit encore que des machines à courant continu. Les machines à courants alternatifs nous en promettent bien autant.

De classification, il n'existe d'ailleurs aucune trace. Le point de départ n'est autre que la description et la destination théorique de chaque organe pris isolément à son rang méthodique, et le calcul des constantes correspondantes, le tout vérifié et contrôlé par constatations sur un très grand nombre de machines. Dans ces conditions d'étude comparative d'application de la théorie, les tableaux abondent et se comptent par 125, dans lesquels

chacun peut choisir et apprécier les données qui l'intéressent.

Ce qu'il y a de plus frappant et de plus nouveau dans l'ouvrage, c'est que, suivant la déclaration de l'auteur dans sa préface, « le temps approchant où le système « métrique sera universellement employé, et son livre « étant publié tant pour l'avenir que pour le présent, les « chiffres des tables sont donnés à la fois en mesures « anglaises et *en mesures métriques* ». — Il y a là un immense progrès que nous sommes heureux de signaler tout à l'éloge de l'auteur et de son livre. E. B.

Les combustibles solides, liquides et gazeux, par Phillips; ouvrage traduit de l'anglais. — *Gauthier-Villars*, éditeur. *Actualités scientifiques*. Paris, 1902. (Prix : 2,75 fr.)

A côté de l'*Encyclopédie des Aide-mémoire*, la maison Gauthier-Villars publie une autre petite collection du même genre et de format analogue, dont on ne distingue pas bien à priori la différence essentielle, à moins peut-être que, comme son nom l'indique, la collection des « Actualités » n'ait peut-être, en effet, quelque chose de plus *actuel* que l'autre, son objet étant de faire connaître l'état présent d'une question, plutôt que son histoire et ses phases successives. Comme signe particulier et confirmation apparente de ce qui précède, les volumes de cette dernière collection ont sur ceux de l'autre l'avantage de porter une date, ce qui est toujours un mérite.

Quant à ce petit volume en lui-même, dont le titre se complète par « Analyse, Détermination du pouvoir calorifique » des combustibles en question, il ne nous apparaît guère que comme un sosie étranger de publications françaises analogues, en tête desquelles se trouvent celles de M. Aimé Witz à la même librairie.

Il fourmille, en tout cas, de chiffres et données pratiques qui complètent et confirment, nous le supposons, ceux de ses devanciers. Nous les retrouverons certainement un jour ou l'autre, en ce qui nous intéresse plus particulièrement, dans les divers formulaires ou agendas toujours en préparation. Il n'est pas mauvais cependant de les avoir tous réunis et surtout aussi condensés en ce moment où tout est à la combustion, en vue d'arriver à brûler... le pavé. E. B.

Pour éviter toute perte de temps, nous prions nos lecteurs de vouloir bien adresser toutes les communications concernant la Rédaction à M. É. HOSPITALIER, 87, boulevard Saint-Michel, et toutes celles relatives à l'Administration, 9, rue de Fleurus, Paris.

SYNDICAT PROFESSIONNEL

DES

INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 10 juin 1902

Présents : MM. *Boistel, Cance, Chaussenot, Geoffroy, Javaux, Laffargue, De Loménie, Meyer-May, Radiguet, Ribourt, E. Sartiaux, De Tavernier.*

Excusés : MM. *Portevin et Vivarez.*

Admissions. — M. *Guyonnet* (Victor-Louis), constructeur électricien, 22, rue du Delta, à Paris (IXe); M. *Aboilard* (Georges-Charles-Théodore), industriel, 46, avenue de Breteuil, à Paris (VIIe).

Application de la loi du 30 mars 1900 ***sur le travail dans les ateliers mixtes.*** — M. le Président donne lecture d'une lettre adressée à la Chambre de commerce de Paris par la Chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs, relative à l'application de la loi du 30 mars 1900 réduisant à dix heures et demi et plus tard à dix heures, la durée maximum du travail dans les ateliers occupant à la fois des adultes, des femmes, ou des jeunes gens âgés de moins de dix-huit ans

Dans un échange d'observations, MM. De Loménie, Meyer-May et E. Sartiaux font ressortir que les réclamations contenues dans la lettre de la Chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs sont peut-être exagérées si l'on se reporte, d'une part au récent décret relatif à l'application de cette loi, et d'autre part à la jurisprudence appliquée aux litiges qu'elle a fait naître.

La Chambre décide de renvoyer cette question à l'examen de la 5e Commission qui devra s'inspirer des études faites à ce sujet par l'Union des industries métallurgiques et minières et par la Chambre syndicale des fabricants et des constructeurs de matériel pour chemins de fer et tramways.

La Chambre examinera ensuite s'il y a lieu de saisir les pouvoirs publics.

Révision des prix de la série de la Société centrale des architectes. — M. le Président fait part des démarches qui ont été faites auprès de M. Rozé, architecte chargé de préparer le travail de révision de la série. Sans vouloir admettre l'intervention officielle des entrepreneurs dans la révision de cette série, M. Rozé a bien voulu promettre que le syndicat serait officieusement prié de fournir quelques renseignements. En conséquence, une délégation se rendra prochainement dans ce but auprès de M. Rozé.

Bureau de contrôle des installations électriques. — M. le Président rend compte des travaux de la Commission du bureau de contrôle qui s'est réunie récemment à la suite d'une demande qu'il a reçue de M. Roux. D'autre part il a également reçu des observations au sujet du fonctionnement de ce Bureau. Ces observations seront examinées par la Commission qui se propose d'entendre M. Roux.

Affaires diverses. — M. le Président rend compte d'une demande de subvention qu'il a reçue de la Fédération nationale des chauffeurs-conducteurs-mécaniciens-automobilistes à l'occasion du concours de fin d'année organisé par cette Fédération. La Chambre accorde une subvention de 100 fr.

La Chambre autorise le trésorier à verser à l'Association

française pour la protection de la propriété industrielle le montant de la cotisation annuelle, soit 10 fr.

M. Meyer-May fait part du désir exprimé par la 4e Commission de voir reprendre les pourparlers relatifs aux atténuations que le Syndicat a déjà demandé à plusieurs reprises, à M. le Sous-Secrétaire d'État des postes et télégraphes, d'apporter à l'application du décret du 7 mai 1901. Il est décidé qu'une nouvelle lettre sera adressée à M. le Sous-Secrétaire d'État des postes et télégraphes pour le saisir de la question et le prier de bien vouloir recevoir une délégation du syndicat chargée de lui présenter les doléances de ses adhérents.

Il est donné connaissance d'une lettre de « La Défense », Société civile d'assurances mutuelles en cas de sinistres et de difficultés avec les Compagnies d'assurances. Les propositions contenues dans cette lettre sont mises à la disposition des membres adhérents du syndicat qui pourront en prendre connaissance au siège social.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

316 684. — **Wayss et Freytag.** — *Procédé pour imprégner, isoler, durcir, étancher et conserver les conduits protecteurs pour câbles électriques* (9 décembre 1901).

316 648. — **Établissements Postel-Vinay.** — *Nouveau système d'éclairage électrique des trains* (7 décembre 1901).

316 718. — **Just.** — *Corps incandescents pour lampes électriques à incandescence et procédé de leur fabrication* (9 décembre 1901).

316 727. — **Payrard.** — *Nouveau procédé de cuisson des électrodes employées dans les fours électriques* (12 décembre 1901).

316 761. — **Hertslet et Morris.** — *Perfectionnements dans les appareils électriques pour enregistrer le refoulement des liquides par les pompes* (10 décembre 1901)

316 891. — **Siemens et Halske Aktiengesellschaft.** — *Système de transmission de signaux à courants alternatifs* (14 décembre 1901).

316 924. — **Borel.** — *Nouveau mode d'isolement des conducteurs électriques et plus spécialement des conducteurs pour câbles téléphoniques* (14 décembre 1901).

316 868. — **Nety.** — *Machine dynamo à courant continu* (14 décembre 1901).

316 909. — **Desmarest.** — *Pile électrique hydrogazeuse impolarisable à circulation* (14 décembre 1901).

316 815. — **Richards.** — *Perfectionnements dans les appareils contrôleurs pour moteurs électriques* (7 décembre 1901).

316 801. — **Judic.** — *Cascade électrique lumineuse* (11 décembre 1901).

316 825. — **Salwen.** — *Séparateur magnétique* (12 décembre 1901).

316 894. — **Baudry.** — *Nouveau système de commande depuis une station centrale électrique d'appareils placés chez les abonnés* (14 décembre 1901).

316 908. — **Meehan.** — *Perfectionnements dans les boîtes de jonction et les adaptateurs pour installations électriques* (14 décembre 1901).

316 971. — **Schneider et Ploeg.** — *Perfectionnements aux électro-aimants* (17 décembre 1901).

316 999. — **Rosset.** — *Pile électrique* (18 décembre 1901).

317 000. — **Boudreaux.** — *Perfectionnement à la fabrication des balais métalliques électriques* (18 décembre 1901).

317 020. — **Dinin.** — *Chargeur universel pour accumulateurs électriques* (19 décembre 1901).

316 966. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux coupe-circuits ou disjoncteurs automatiques* (1er décembre 1901).

316 972. — **Compagnie générale d'électricité de Creil (établissements Daydé et Pillé).** — *Dispositif pour la transmission des mouvements* (17 décembre 1901).

316 988. — **Sachs.** — *Perfectionnements apportés aux boîtes de commutateurs électriques à coupe-circuit fusible* (17 décembre 1901).

317 027. — **Ziegenberg.** — *Appareil mesureur électro-magnétique* (19 décembre 1901).

316 945. — **Larat.** — *Système de chauffage électrique des liquides* (17 décembre 1901).

317 111. — **Arethens.** — *Clé commutatrice pour appareils téléphoniques électriques* (21 décembre 1901).

317 055. — **Société des établissements Postel-Vinay.** — *Nouveau mécanisme pour la manœuvre à distance des régulateurs de moteurs électriques* (20 décembre 1901).

317 092. — **Société Schneider et Cie.** — *Perfectionnements dans la construction des dynamos à courant continu* (21 décembre 1901).

317 093. — **Société Schneider et Cie.** — *Nouveaux dispositifs de jonction des barres d'induit dans les dynamos à courant continu* (21 décembre 1901).

317 142. — **Pescatore.** — *Nouveaux moyens pour appliquer la matière active dans les plaques des accumulateurs* (23 décembre 1901).

317 050. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux disjoncteurs automatiques* (20 décembre 1901).

317 071. — **Grammont.** — *Électro-goniomètre* (20 décembre 1901).

317 077. — **Kaiser.** — *Régulateur automatique de tension* (20 décembre 1901).

317 108. — **Société Mac Elroy-Grunow Electric Railway System.** — *Perfectionnements aux interrupteurs électromagnétiques et à leurs dispositifs de commande* (21 décembre 1901).

317 150. — **Schneider.** — *Appareil distributeur automatique de l'électricité* (23 décembre 1901).

317 177. — **Blathy.** — *Compteur à courant alternatif d'après le système Ferraris* (24 décembre 1901).

317 056. — **Société Sautter Harlé et Cie.** — *Nouveau système permettant le remplacement rapide des lampes et des charbons dans les projecteurs électriques* (20 décembre 1901).

317 088. — **Scialpi.** — *Indicateur électrique continu de vitesse de rotation* (21 décembre 1901).

317 095. — **Faller.** — *Procédé et dispositif pour brûler la fumée dans les foyers par l'étincelle électrique* (21 décembre 1901).

317 127. — **Bopp.** — *Appareil de contrôle à contacts et combinaisons* (23 décembre 1901).

317 132. — **Farkas.** — *Système de mise en marche des lampes de Nernst* (23 décembre 1901).

317 182. — **Crossland.** — *Perfectionnements apportés aux poteaux télégraphiques* (24 décembre 1901).

317 235. — **Rouvier.** — *Perfectionnement au genre d'appareil imprimeur, breveté le 7 avril 1897 sous le numéro 265 658* (28 décembre 1901).

317 242. — **Pellegrin.** — *Poteau en ciment armé* (28 décembre 1901).

317 193. — **Société Le Triphasé.** — *Perfectionnements aux induits de machines électriques* (24 décembre 1901).

317 217. — **Delaitre et Olivier.** — *Système de bourrage végétal pour accumulateurs et piles électriques* (24 décembre 1901).

317 195. — **Société Hartmann et Braun Aktiengesellschaft.** — *Indicateur enregistreur de courant maximum* (24 décembre 1901).

317 264. — **Borel.** — *Perfectionnement dans l'installation des câbles électriques souterrains* (24 décembre 1901).

317 188. — **Capitaine.** — *Lampe régulateur à arc électrique* (24 décembre 1901).

317 221. — **Dutertre.** — *Appareils d'électro-rôtissage par incandescence au moyen de tubes lumineux, et pour toutes autres applications en découlant* (26 décembre 1901).

317 263. — **Bonnier.** — *Tissu électro-calorique* (23 décembre 1901).

317 279. — **Tabulewitch.** — *Perfectionnements apportés au mode de production de la lumière électrique et aux appareils destinés à cet effet* (26 décembre 1901).

317 301. — **Basteau.** — *Lampe à arc* (27 décembre 1901).

317 392. — **Griveaud.** — *Système de poteaux et potelets métalliques* (30 décembre 1901).

317 313. — **Perret.** — *Dispositif électromagnétique moteur* (30 décembre 1901).

317 436. — **Rambaldini.** — *Procédé et appareil pour l'électrolyse à trois liquides* (31 décembre 1901).

317 441. — **Zopke.** — *Accumulateur électrique régénérable par des gaz* (31 décembre 1901).

317 316. — **Société d'appareillage électrique et industriel (anciens établissements Gardy frères).** — *Isolateur armé pour canalisations électriques* (26 décembre 1901).

317 317. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux coupe-circuits* (27 décembre 1901).

317 347. — **Martin.** — *Procédé et appareil pour fabriquer du fil électrique isolé* (28 décembre 1901).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Le Triphasé. — *Assemblée générale ordinaire du 12 juin 1902.* — Rapport présenté par le conseil d'administration. — Nous avons à vous rendre compte des résultats de notre deuxième année d'exploitation.

Nous vous rappellerons que la première année a été presque exclusivement occupée par des affaires temporaires, la plate-forme roulante de l'Exposition et le chemin de fer Métropolitain.

Ces affaires étaient conclues à des prix élevés, ce qui a fait que, malgré les tâtonnements inévitables des débuts d'une industrie aussi difficile, nous avons pu clore l'inventaire avec un bénéfice de 740 000 fr qui dépassait nos prévisions les plus optimistes.

La seconde année n'a bénéficié que pendant peu de mois des fournitures à prix élevés. Nous avons par contre eu davantage à fournir à nos clients définitifs, le Secteur de Clichy et les Tramways.

Aussi nos recettes d'exploitation qui étaient, l'an dernier, de 1 608 922,45 fr, sont tombées cette année à 1 066 684,35 fr.

Cette diminution était inévitable et nous nous y attendions.

L'année dernière a bénéficié de circonstances inespérées Notre usine était la seule en état de fonctionner au début de l'Exposition; nous en avons profité.

Cette année, en dehors des fournitures pour le Secteur de Clichy et les Tramways, nous avons traité avec la ville de Paris pour une importante installation du service de l'assainissement, et nous avons la presque certitude de traiter avec le département de la Seine pour une affaire semblable; mais nos fournitures ne commenceront que quand les installations à la charge de l'Administration seront terminées.

Nous avons cette année placé trois lignes de distribution aériennes à haute tension. L'une transmet la force motrice à une usine située à 1340 mètres, au bord de la Seine. La seconde alimente une station de transformation installée dans un dépôt de tramways à Épinay. Elle a une longueur de 6890 mètres. La troisième dessert les bains et le casino d'Enghien, avec une longueur de 7600 mètres.

Ces installations n'ont été terminées que dans les derniers jours de l'exercice. Elles n'ont donc pu augmenter en rien nos recettes. Elles nous ont permis d'étudier à fond les transports de force par lignes aériennes, qui coûtent moins cher que les lignes souterraines.

Nous vous avons dit dans le précédent rapport que nous avions signé un nouveau traité avec le Métropolitain à des prix normaux pour une durée de quatre ans. Le service a commencé en janvier. La quantité à livrer augmentera d'année en année pendant quatre ans.

Nous allons incessamment commencer à fournir le courant au Nord-Lumière pour son usine de Courbevoie, et dans quelques mois pour celle d'Asnières, et pour les débuts de celle de Clichy-la-Garenne.

Ces différentes affaires ont nécessité l'augmentation de notre matériel et la commande de deux nouvelles unités de 1000 kw avec leurs chaudières. Quand ces machines seront en service, nous disposerons d'une force de 8000 kw nous permettant d'en tenir 6000 en marche avec 2000 en réserve. Nous pensons que cette puissance sera suffisante pendant quelques années, et qu'il ne sera pas nécessaire de sitôt de faire de nouvelles dépenses importantes pour nos installations.

Il est bon de rappeler que, dans notre industrie, les débuts sont lents, les constructions nouvelles sont longues à terminer et coûteuses. Mais vous penserez comme nous que les perspectives de l'avenir sont très encourageantes.

Nous passerons maintenant en revue les principaux articles de notre bilan et du compte de Profits et Pertes que vous trouverez ci-après :

Actif. — Le compte de premier établissement a augmenté de 352 858,55 fr pour parachèvement des installations de l'usine.

Le réseau a augmenté de 176 870,60 fr provenant principalement de l'établissement de lignes aériennes.

Nous avons retiré de l'usine d'assainissement de Clichy pour environ 34 000 fr de matériel qui est en ce moment donné en location au Nord-Lumière pour Courbevoie.

Ce sont des locomobiles avec dynamos constituant une avant-garde qui permet de desservir provisoirement une commune ou un grand établissement en attendant que les instal-

lations définitives soient terminées. Il figure au bilan sous le nom de Matériel en location.

Nous avons eu à déposer un cautionnement de 10000 fr pour Asnières.

Nos valeurs en portefeuille ont doublé par suite de l'appel du second quart sur nos actions de Nord-Lumière.

L'augmentation du compte Magasin provient principalement d'un plus grand stock de houille.

La prime de remboursement sur obligations a augmenté de 80000 fr par suite de la création de 4000 obligations nouvelles émises en vertu de l'autorisation donnée par l'assemblée générale du 7 juin 1900.

Passif. — Comme il est dit ci-dessus, le compte Obligations est passé de 4 millions à 6 millions.

Le compte Amortissement a augmenté de 200000 fr, ainsi qu'il sera dit plus loin.

Le compte Créanciers divers qui était, l'an dernier, de 1331649,55 fr, est tombé à 160874,85 fr.

La somme de 84742,40 fr représente la portion courue au 30 avril du prochain coupon des obligations.

Compte de Profits et pertes.

Les recettes de l'exploitation se sont élevées à.	1 066 684,35 fr.
Et les dépenses à	565 766,90
Ce qui donne un produit net de	500 917,45 fr.

Les intérêts divers ont diminué de 32000 fr. Par contre, les intérêts des obligations ont augmenté de 83000 fr par suite de la nouvelle émission.

Il reste un solde créditeur de	234 740,60 fr.

Répartition.

En vertu de l'article 40 des statuts, le Conseil a porté à l'amortissement	200 000,00 fr.
Il reste un solde de	34 740,60
En y ajoutant le report de l'an dernier	273 000,00
On obtient	307 740,60 fr.
De cette somme il y a lieu de retrancher, pour le fonds de réserve, 5 pour 100 sur 34740,60 fr.	1 737,05
Il reste	306 003,55 fr.
Nous vous proposons de décider qu'un dividende de 4 pour 100 sera distribué aux actionnaires, soit	240 000,00 fr.
Et de reporter à nouveau le solde de	66 003,55 fr.

En résumé, messieurs, vous remarquerez que nous avons pu mettre à l'amortissement la même somme que l'année dernière et vous proposer la distribution du même dividende.

Nous espérons que les années prochaines nous donneront des résultats au moins égaux et sans doute supérieurs.

Dans le courant de cette année, nous avons eu le chagrin de perdre un de nos collègues dévoués, M. Bischoff, vous aurez à le remplacer.

BILAN AU 30 AVRIL 1902

Actif.

Compte de premier établissement	10 859 151,00 fr.
Réseau	770 907,75
Bateaux électriques	48 524,00
Matériel d'éclairage public	3 646,95
Usine d'assainissement de Clichy	40 696,50
Usine d'assainissement de Colombes	26 470,45
Mairie d'Asnières	49 085,70
Matériel en location chez les abonnés	36 986,95
Cautionnements	11 618,25
Valeurs en portefeuille	485 000,00
Magasin, existences à l'inventaire	183 963,60
Prime de remboursement sur obligations	240 000,00
Caisse, espèces	2 735,55
Débiteurs banquier et divers	237 978,10
Total	12 996 762,80 fr.

Passif.

Capital	6 000 000,00 fr.
Obligations	6 000 000,00
Amortissement	407 404,95
Réserve légale	27 000,00
Créanciers divers	169 874,85
Coupons d'obligations	84 742,40
Profits et pertes :	
Report de l'exercice 1900-1901	273 000,00
Bénéfice de l'exercice 1901-1902 après amortissement	34 740,60
Total	12 996 762,80 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Doit.

Jetons des administrateurs	10 000,00 fr.
Rémunération des commissaires	700,00
Tantièmes des directeurs	20 036,70
Gratifications au personnel	6 000,00
Intérêts divers	49 536,35
Intérêts des obligations	180 103,80
Solde créditeur	234 740,60
Total	500 917,45 fr.

Avoir.

Recettes de l'exploitation :		
Courant électrique	1 060 472,65	1 066 684,35 fr.
Recettes diverses	6 211,70	
Dépenses de l'exploitation		565 766,80
Produits nets de l'exploitation		500 917,45 fr.

Résolutions votées a l'unanimité par l'assemblée générale. — 1° L'Assemblée générale, après avoir entendu le Commissaire des comptes, donne son approbation au rapport du Conseil d'administration; elle approuve le Bilan et le compte de Profits et Pertes.

Elle décide de porter à la réserve légale	1 737,05 fr.
De distribuer 4 pour 100 aux actions, soit	240 000,00
Et de reporter à nouveau le solde	66 003,55
Total	307 740,60 fr.

2° Le dividende sera payé à la caisse sociale, à partir du 20 juin 1902, à raison de 20 fr par action, sous déduction des impôts de finances, soit :

Par action nominative	19,20 fr.
Par action au porteur	18,20

et sur présentation du coupon n° 2.

3° L'Assemblée décide que les sommes portées au compte d'amortissement feront partie du fonds de roulement de la Société et pourront être employées en valeurs de portefeuille.

4° L'Assemblée nomme M. Speiser Sarasin administrateur de la Société en remplacement de M. Bischoff, conformément à l'article 18 des statuts.

5° L'Assemblée donne à ceux de ses administrateurs qui font en même temps partie d'autres Sociétés les autorisations prévues par la loi de 1867, en raison des affaires qui pourraient être traitées avec ces Sociétés.

6° L'Assemblée nomme, pour l'année 1902-1903, commissaire des comptes M. Ernest Trapp, et commissaire suppléant M. Joseph Baur. Dans le cas où ce dernier aurait à remplir les fonctions de commissaire, il recevrait la rémunération allouée au commissaire.

Elle fixe la rémunération du commissaire des comptes à 500 fr, et celle du commissaire suppléant à 200 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

48 495. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 254. 25 Juillet 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Les symboles des grandeurs physiques en Allemagne. — L'*Elektrotechnische Verein*, de Berlin, vient de proposer un ensemble de symboles de quantités géométriques, mécaniques et physiques, dont elle recommande l'adoption générale par le monde scientifique.

Nous sommes nous-même trop partisan de l'unification des unités, de la terminologie et des symboles scientifiques, unification pour laquelle nous avons lutté depuis plus de vingt ans avec plus de persévérance que de succès, il faut bien l'avouer, pour ne pas donner notre approbation, en principe, à l'initiative prise par la puissante Société allemande; mais nous nous permettrons de faire des réserves sur le choix un peu trop particulariste de quelques-uns de ses symboles, et nous voudrions la voir, grâce à des concessions réciproques, donner un caractère plus international à ses recommandations.

Si l'on compare le tableau dressé par l'*Elektrotechnischen Verein* en 1902, à celui qui fut recommandé par le Congrès international des électriciens à Chicago en 1893, on n'y trouve qu'un petit nombre de différences, mais toutes assez importantes pour que nous les signalions et demandions à nos collègues allemands s'ils ne pourraient pas les faire disparaître pendant qu'il en est temps encore.

La différence la plus importante réside dans le choix de la lettre A comme symbole de l'énergie en général, et du travail en particulier, parce qu'en allemand le mot *Arbeit* (Travail) commence par la lettre A. En France, en Angleterre et aux États-Unis, c'est la lettre W qui est universellement réservée à cette quantité physique. Le choix de A est d'autant moins justifié que, pour la puissance, qui se dit *Leistung* en allemand, on a conservé la lettre P, initiale de Puissance en français, et de *Power* en anglais.

C'est très certainement pour conserver la lettre W comme symbole de la résistance électrique (*Widerstand* en allemand), que l'on a choisi la lettre A comme symbole de l'énergie, alors que partout, dans les pays civilisés, c'est la lettre R qui est le symbole de la résistance.

De même, pour l'intensité, les Allemands adoptent J au lieu de I, mais ici la confusion est moins à craindre, car la lettre J est peu employée comme symbole, et les Allemands emploient toujours J comme majuscule de I.

Nous voudrions donc voir les Allemands se conformer aux notations déjà usitées en ce qui concerne l'énergie (W), la résistance électrique (R) et l'intensité de courant (I).

Pour la vitesse angulaire, on propose la lettre *d*, et la désignation *Drehzahl*, désignation qui peut prêter à confusion, puisqu'il n'est pas dit qu'il s'agit d'*un nombre de tours par minute*, et que l'on peut l'interpréter comme *un nombre de tours* en valeur absolue, c'est-à-dire un nombre abstrait.

Pour le rendement, on propose la lettre *h*. Or, la lettre η est déjà employée un peu partout, en France et en Amérique, pour désigner le rendement, et il n'y a pas à craindre de confusion avec le coefficient d'hystérésis qui utilise le même symbole.

Le couple et le moment d'une force, pour lesquels nous employons la lettre *C*, est représentée par la lettre *D*, adoptée depuis le Congrès de Chicago pour représenter la densité, quotient de la masse par le volume.

Pour la densité, les Allemands proposent la lettre δ que nous préférerions voir réserver à la constante diélectrique ou capacité inductive spécifique.

En résumé, sur 52 symboles proposés par l'*Elektrotechnischen Verein*, de Berlin, il y en a 40 environ de conformes à ceux qui ont déjà été adoptés précédemment, et une douzaine à peine qui en diffèrent. L'uniformité et l'internationalité des symboles présente, à notre avis, une telle importance, elle offre une si grande utilité pratique, elle facilite si grandement les échanges d'idées scientifiques et techniques, que nous nous permettons d'adresser un pressant appel à la puissante Société électrotechnique allemande, en la priant de vouloir bien revoir encore une fois ses propositions, et de les amender dans le sens de l'internationalisme le plus large, avant de leur donner la sanction définitive qui en imposera moralement et matériellement l'adoption dans les pays de langue allemande.

Le jour où tous les ingénieurs emploieront les mêmes symboles pour désigner les mêmes quantités physiques, et qu'ils auront ainsi créé des formules en quelque sorte internationales et universelles, ils auront fait faire à la science et à l'industrie un pas dont il est difficile de mesurer l'étendue, en facilitant les échanges d'idées techniques entre des individus qui parviendront à se comprendre sans parler la même langue.

Puisque la musique a une notation internationale, pourquoi la science n'en aurait-elle pas une? L'harmonie des formules vaut bien celle des sons, et pour réaliser cette harmonie, il suffit d'un peu de bonne volonté, accompagnée de concessions réciproques, concessions faciles dans des questions où, fort heureusement, l'amour-propre national n'est pas en jeu.

É. H.

Les unités de poids et mesures au Japon. — Le tome XII des *Travaux et mémoires du Bureau international des poids et mesures*, publié sous les auspices du Comité international par le Directeur du bureau, renferme une perle ... du Japon que nous nous faisons un devoir de présenter à nos lecteurs.

Il s'agit de la loi sur les poids et mesures de l'empire du Japon promulguée le 25e jour du 5e mois de la 24e année de Meiji (25 mars 1891).

Cette loi rend le système métrique légal au Japon, et fixe les équivalences des unités japonaises aux unités métriques. Ce qui est particulier dans le tableau que nous reproduisons un peu plus loin, c'est que les sous-multiples sont tous décimaux, tandis que les multiples ont avec l'unité fondamentale les rapports les plus fantaisistes. L'article IV de la loi mérite d'être cité en entier, et le correcteur est prié de relire plutôt deux fois qu'une ce ravissant petit article :

« ARTICLE IV. — L'emploi du kujirajaku, dont on fait habi-
« tuellement usage jusqu'à ce jour, est permis uniquement
« pour mesurer les tissus.

« Un shaku du kujirajaku équivaut à un shaku, deux sun et
« cinq bu : dix de ces shaku font un jô de ce même kujira-
« jaku ; le dixième et le centième, le sun et le bu du dit kuji-
« rajaku ».

Enfoncés, les Anglais, pour la simplicité !

TABLEAU DES POIDS ET MESURES DE L'EMPIRE DU JAPON

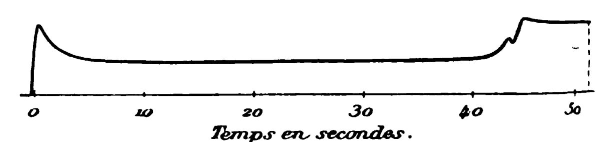
		Mesures de longueur.		
Mô.	0,0001	Shaku . . .	0,00003	mètre.
Rin	0,001	— . . .	0,00030	—
Bu.	0,01	— . . .	0,00303	—
Sun	0,1	— . . .	0,03030	—
Shaku . . .	1	— . . .	0,30303	—
Jô.	10	— . . .	3,03030	—
Ken	6	— . . .	1,81818	—
Chô	360	— . . .	109,09091	—
Ri.	12 960	— . . .	3927,27273	—
		Mesures agraires.		
Shaku . . .	0,01	Bu.	0,00033	are.
Gô.	0,1	—	0,00331	—
Bu.	1	—	0,03306	—
Sé	30	—	0,99174	—
Tan	300	—	9,91736	—
Chô	3 000	—	99,17355	—
		Mesures de capacité.		
Shaku . . .	0,01	Shô	0,01804	litre.
Gô	0,1	—	0,18039	—
Shô.	1	—	1.80391	—
To	10	—	18,03907	—
Koku. . . .	100	—	180.39068	—
		Poids.		
Mô.	0,000001	Kwan . . .	0,00375	gramme.
Rin	0,00001	— . . .	0,03750	—
Fun	0,0001	— . . .	0,37500	—
Momme . .	0,001	— . . .	3,75000	—
Kwan . . .	1	— . . .	3750.00000	—
Kin	160	Mommé . .	600,00000	—

On voit que le shaku est à la fois une mesure de longueur, une mesure agraire et une mesure de capacité.

Le bu et le chô ont également deux valeurs différentes. Ce doit être délicieux de faire des calculs C.G.S. en japonais.

L'allumage de la lampe Nernst. — Il nous a paru intéressant de déterminer expérimentalement les variations de courant pendant la période d'allumage d'une lampe Nernst, étant donnés le nombre et la variété des phénomènes qui se passent pendant cette période d'allumage dont la durée varie généralement entre 50 et 60 secondes.

Pour effectuer facilement cette détermination, dont la courbe ci-dessous résume les résultats, nous avons utilisé l'ondographe dans des conditions un peu spéciales qui le transforment en enregistreur à déroulement de papier rapide et d'une grande régularité. Dans ce but, le moteur synchrone relié au courant alternatif fourni par le secteur de la Rive gauche fait tourner le cylindre portant le papier à une vi-



Variation du courant d'une lampe Nernst pendant la période d'allumage.
Échelle : 1/5.

tesse uniforme correspondant à 4 millimètres par seconde pour le déroulement du papier. Le bobinage du galvanomètre est branché directement entre les extrémités d'une résistance de 0,5 ohm intercalée dans le circuit de la lampe branchée elle-même sur une différence de potentiel continue et constante de 110 volts fournie par une batterie d'accumulateurs. Au moment où l'on ferme le circuit, le courant traverse la spire d'allumage qui est froide et prend une certaine intensité qui diminue régulièrement et rapidement par suite de l'échauffement de cette spirale et de son accroissement de résistance. Après 10 secondes environ, le régime est établi, et le courant se maintient constant, en échauffant le bâtonnet incandescent.

Au bout de 40 secondes environ, le bâtonnet suffisamment échauffé commence à devenir conducteur, et un courant de faible intensité le traverse, s'ajoutant à celui de la spirale. Ce courant additionnel augmente rapidement, et la courbe montre cet accroissement rapide, mais avec un crochet et une baisse apparente due à ce que, lorsque l'intensité a atteint une valeur suffisante, l'électro fonctionne et met la spirale d'allumage hors circuit. On n'a plus alors, après le crochet, que le courant traversant le bâtonnet. Ce courant dépasse même pendant un instant sa valeur de régime, parce que la résistance dite *ballast* n'étant pas encore échauffée par le passage du courant, n'a pas encore atteint sa valeur normale. L'expérience répétée un grand nombre de fois a toujours donné des résultats identiques, la durée d'échauffement du bâtonnet variant seulement de quelques secondes d'une expérience à l'autre. Dans tous ces essais, nous avons constaté que le courant d'échauffement est, dans sa période constante, sensiblement égal à la moitié du courant normal. La lampe de 1 ampère, 110 volts, 110 watts, absorbe 15 volts dans la résistance de ballast.

Le prix et l'entretien des électromobiles. — Voici, pour répondre aux demandes que nous adressent quelques lecteurs, les prix actuels des voitures électriques et de leur entretien, d'après les tarifs établis par un grand garage spécial situé aux portes de Paris, et que nous ne désignons pas plus explicitement pour ne pas être accusé de lui faire de la réclame.

Prix des électromobiles.

Coupé ou victoria	6 000	francs.
Landaulet	12 000	—
Omnibus break avec groupe de 3 kw pour la recharge des accumulateurs	16 000	—

Prix des batteries.

Batterie de 40 éléments. Décharge en 5 heures.

Capacité : 90 A-h	pour le coupé	1 500	francs.
— 135 —	le landaulet	2 100	—
— 150 —	l'omnibus	3 100	—

Garage et entretien.

Garage	30	fr par mois.
Lavage	60	—
Visite de la batterie	10	—
Graissage complet d'une voiture	10	—
Énergie électrique pour la charge	45	centimes par kw-h.

On traite à forfait pour le garage et l'entretien complet.

Location.

Coupé ou victoria, avec conducteur (2 places)	1 000	fr par mois.
Landaulet (4 places)	1 200	-

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bacqueville (Eure). — *Éclairage.* — Dans une de ses dernières séances, le Conseil municipal a concédé pour vingt années, à M. Marcel Dufour, l'éclairage électrique du bourg de Bacqueville.

Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne). — *Éclairage.* — M. Delgay, concessionnaire de l'éclairage électrique à Luchon, s'est engagé, moyennant un prix annuel qui ne dépassera pas 20 500 fr, à effectuer l'éclairage public (comprenant pour la saison d'été, 180 lampes permanentes et 118 autres lampes, ainsi que 54 lampes à arc de 10 ampères, et, pour le reste de l'année, 76 lampes permanentes et 60 lampes ordinaires), le tout conformément à un horaire annexé à l'engagement et aux termes duquel les heures d'extinction sont portées à onze heures et demie pour les lampes ordinaires et à une heure du matin, pour les lampes à arc.

Osséja (Pyrénées-Orientales). — *Éclairage.* — Une nouvelle station centrale est en pleine période de construction dans cette ville. La turbine et les dynamos sont déjà en place on achève la pose des réseaux primaires et secondaires. Les travaux sont activement menés par M. Abram, l'infatigable ingénieur-électricien de la région, et on espère inaugurer la nouvelle installation pour les premiers jours du mois prochain.

Toulon. — *Traction électrique.* — La préfecture du Var a transmis au ministère des Travaux publics les dossiers complets en vue de la déclaration d'utilité publique de deux lignes de tramways électriques.

1° Tramway de Toulon aux Routes. — La ligne partira du rond-point de la place de Strasbourg, suivra l'avenue Lazare-Carnot, franchira les remparts de la ville à la porte de France, empruntera ensuite le chemin de grande communication n° 46 jusqu'au droit du fort Grand-Saint-Antoine, vis-à-vis du Moulin Tochou, puis un chemin vicinal ordinaire à ouvrir entre les chemins de grande communication n° 46 et 62 et enfin ce dernier chemin depuis le moulin Tochou jusqu'à l'embranchement du chemin vicinal ordinaire n° 20 aux quatre chemins où elle se termine.

La longueur de la ligne est de 3,676 km. Cette ligne est appelée à desservir les agglomérations importantes de Saint-Roch, Saint-Antoine, Les Routes, représentant une population de 8000 habitants.

La vitesse des voitures sera de 12 km à l'heure dans l'intérieur et 20 km à l'extérieur.

Le tarif des transports des voyageurs est fixé à 10 centimes pour le parcours de la ligne entière.

D'après les estimations faites, les dépenses d'établissement des travaux et d'acquisition du matériel s'élèveront à 400 000 fr, soit à peu près 100 000 fr par km.

2° Tramway de Toulon au Cap-Brun. — Cette ligne partira de la porte d'Italie, comportera sur tout son parcours le côté droit du chemin de grande communication n° 42, en traversant les agglomérations de l'Abattoir, du Cap-Brun. Elle s'arrêtera à la limite de la commune de Toulon.

Sa longueur est de 3,965 km.

Le nombre des voyages dans chaque sens à faire tous les jours est fixé à quarante pendant l'été et à vingt-cinq pendant l'hiver.

Le tarif est de 20 centimes pour toute la ligne; 10 centimes de la porte Notre-Dame au chemin du Petit-Bois, 15 centimes de la porte Notre-Dame au Cap-Brun et 20 centimes de la porte Notre-Dame à l'extrémité.

Les dépenses sont évaluées à 360 000 fr, soit un peu moins de 100 000 fr par km.

CORRESPONDANCE

Sur les arcs à courants alternatifs.

Cher Monsieur,

Permettez-moi de faire une petite rectification à votre définition des conditions de réalisation des courbes d'arc à courant alternatif, publiées dans votre numéro du 10 juillet.

Ainsi que je l'ai montré, en publiant pour la première fois, il y a dix ans, *ces mêmes courbes* caractéristiques et en en

déduisant *les mêmes conclusions* (Cf. *Lumière électrique* 16 avril 1892 et octobre 1893), ce qui est essentiel pour la réalisation (avec charbons homogènes) des intensités nulles prolongées, et, par suite, pour l'obtention d'un facteur de puissance très faible voisin de 0,70 *sans décalage* ($\varphi = 0$), ce n'est pas une *faible fréquence*, mais tout simplement un *circuit non inductif*. J'ai obtenu des courbes analogues à la fréquence 100 aussi bien qu'à la fréquence 25; si, au lieu d'un rhéostat mort on met en série une bobine de self-induction, les zéros de l'intensité ne se prolongent plus et on retombe sur les courbes de Tobey et Walbridge.

Veuillez agréer, etc.

A. Blondel.

En publiant les courbes d'arcs à courant alternatif, nous n'avions pas l'intention de discuter des antériorités ou des théories, mais seulement de faire ressortir ce fait qu'il peut y avoir des facteurs de puissance assez petits sans déphasage, et de montrer combien il est inexact de parler de cos φ à propos d'un phénomène dans lequel ce cos φ serait précisément voisin de l'unité, alors que le facteur de puissance est égal à 0,7. En nous écrivant sa lettre, M. Blondel a oublié qu'il fallait frapper plusieurs fois sur un clou pour l'enfoncer. Il a tapé le premier... ou le second, car si nos souvenirs sont exacts, M. Potier avait déjà signalé en 1881 la nécessité de mesurer au *wattmètre* la puissance dépensée dans les arcs à courant alternatif. Nous tapons pour la troisième fois, et nous ne serons certainement pas les derniers. É. H.

NÉCROLOGIE

LOUIS SOLIGNAC

L'industrie électrique vient de faire une perte aussi inopinée qu'inattendue dans la personne de Louis Solignac, décédé subitement à l'âge de quarante-quatre ans, le 23 juin 1902.

C'est dans son cabinet de travail, au moment où il s'occupait de nouvelles applications qu'il avait créées, que Solignac est mort. On peut dire que cette mort est la conséquence d'une vie toute de travail et de surmenage, contre laquelle ses meilleurs amis l'avaient mis en garde à diverses reprises, sans résultat d'ailleurs.

Solignac a été de tout temps un chercheur et un inventeur; sa modestie et son honnêteté l'ont empêché de profiter personnellement de ses inventions; il est un de ceux qui sont partis sans laisser la plus modeste fortune à la compagne de leur vie, alors qu'il aurait pu maintes fois recueillir légitimement le profit de ses travaux.

Dans les débuts de sa carrière, Solignac s'est principalement occupé des applications de l'électricité.

Collaborateur de Jablochkoff, il entreprit, dans le laboratoire de ce dernier, de nombreuses recherches sur les bougies électriques, les piles, etc. Mais son activité ne se trouvant pas suffisamment occupée dans ce milieu, il créa vers 1880, un atelier de construction et d'études qu'il installa rue Saint-Maur, à Paris. C'est dans cet atelier qu'il fit de nombreuses expériences sur les lampes à arc et notamment les premiers essais de la lampe à arc à vase clos; une de ses expériences les plus originales fut la lampe à arc dite « à verre » basée sur le ramollissement du verre par la chaleur de l'arc (1882).

Il s'occupa ensuite d'installations de machines pour la production de l'électricité pour l'éclairage. C'est à lui qu'on doit l'installation complète de l'éclairage électrique du Nouveau Cirque, fondé par M. Joseph Oller; il y crée la piste mobile avec piscine, et réalise de nombreuses applications de l'électricité aux décors, aux accessoires des représentations, etc.; devient l'ingénieur conseil de cet établissement, et plus tard administrateur (1).

En 1888, Solignac entre à la Compagnie parisienne de l'Air comprimé comme ingénieur chargé spécialement de l'installation du secteur.

C'est ici que son activité et ses qualités maîtresses d'organisateur se sont particulièrement fait connaître. En qualité d'ingénieur en chef de cette Compagnie, il dirige entre autres travaux, le service des horloges pneumatiques, la réorganisation de l'usine de la rue Saint-Fargeau; il crée dans le secteur une vingtaine de stations de distribution d'électricité, et notamment les usines du boulevard Richard-Lenoir et de la Bourse du Commerce. C'est dans cette usine qu'il établit des chambres froides pour la conservation des denrées alimentaires, installation qui fut honorée de la visite du Ministre de la Guerre et lui valut de chaudes félicitations en raison des services qu'elle pouvait rendre éventuellement. Enfin, sa carrière dans cette Compagnie se termine par la création de l'usine du quai de la Gare, forte de 8000 chevaux, pour la distribution dans Paris de l'air comprimé. Il sortit de la Compagnie de l'Air comprimé en 1892, pour se livrer à des inventions et des études techniques personnelles.

C'est pendant la période comprise entre 1892 et 1894 que Solignac inventa un nouveau système de générateur à vapeur, désigné sous le nom de « chaudière mixte ». Sous un volume, un poids et un prix moindres, Solignac créa une chaudière qui s'éloignait quelque peu de tout ce qui avait été fait jusqu'à cette époque; ce fut néanmoins un succès auquel on ne crut pas d'abord. Mais grâce au concours d'un homme intelligent, déjà brisé aux affaires et qui devint son ami, il put mettre son invention sur pied et, en 1899, se créa la Société Solignac, Grille et Cie, dont il était un des gérants le jour de son décès.

Indépendamment et concurremment à tous ses travaux importants, Solignac dirigeait la fabrication de la lampe à incandescence dite « homogène française » de la Société de la Transmission de la force. Il fut le premier à créer la lampe à faible consommation spécifique (entre 1,5 et 2,5 watts par bougie) et la lampe à réflecteur à filament horizontal qui est un véritable succès. La Société des Voitures électriques l'occupait également et, au moment où la mort est venue interrompre trop tôt une carrière déjà si bien remplie et si fertile en inventions multiples et utiles, il venait de breveter, en collaboration avec son ami M. Grille, un moteur à vapeur propre à toutes applications industrielles et notamment à la traction. Ce moteur était d'ailleurs arrivé au degré nécessaire d'utilisation.

Enfin, il dirigea pendant deux ans (1897 et 1898) comme Président, l'Association amicale des ingénieurs-électriciens dont il fut l'un des fondateurs.

Que dire maintenant de l'homme privé?

Tous ceux qui ont connu Solignac, et ils sont nombreux, avaient pour lui une sympathie bien naturelle. Son honnêteté était proverbiale, son esprit fin égalait son bon cœur. Je l'ai beaucoup approché et je ne me rappelle pas l'avoir jamais entendu se plaindre, quels que soient les moments pénibles qu'il ait eu à traverser.

L'uniformité de son caractère était encore une des qualités de cet homme bienveillant. Il savait oublier le mal qu'on lui avait fait pour ne se souvenir que des services qu'il pouvait rendre. Il est mort pauvre et le bilan de sa vie peut se résumer en trois mots : « travailleur, modeste et bon ».

J'ajoute que s'il n'a pas assez vécu pour la science et l'industrie, il a assez vécu pour sa gloire. Tous ceux qui l'ont connu ne pourront l'oublier. E. Sartiaux.

(1) *La Nature* a décrit, en mars et juillet 1886, avec dessins à l'appui, les nombreuses applications faites par Solignac au Cirque d'Hiver.

SUR
LA SATURATION NORMALE DES ALTERNATEURS

Les alternateurs fonctionnent normalement avec un champ magnétique plus ou moins saturé, sans que l'on ait nettement défini, jusqu'ici, ce qu'il fallait entendre par *saturation normale* d'un champ magnétique d'alternateur, qui permettrait de mieux apprécier le degré de saturation, en prenant précisément cette saturation normale pour base de comparaison.

Dans un récent article de *The Electrician*, M. R. Beattie établit comment cette saturation normale pourrait être définie par les considérations suivantes :

Un alternateur fournissant une différence de potentiel U avec un courant d'excitation I, subit, pour un accroissement d'excitation dI, un accroissement de tension dU.

Le rapport $\frac{dU}{dI}$ mesure la valeur de son ajustement de tension, et il est d'autant plus grand que l'alternateur est plus sensible au réglage de l'excitation. Ce facteur peut être considéré comme représentant la faculté d'ajustement de l'alternateur.

Mais ce n'est pas là le facteur qui caractérise véritablement la valeur de l'alternateur au point de vue du réglage. En effet, un alternateur donné est bon s'il présente à la fois une faible chute relative de tension et une grande faculté d'ajustement. Il est mauvais, au contraire, s'il présente une grande chute relative de tension $\frac{dU}{U}$ et une faible faculté d'ajustement. Il est donc rationnel d'apprécier la valeur de l'alternateur au point de vue de son réglage par la grandeur du rapport de sa faculté d'ajustement à sa chute relative de tension, c'est-à-dire par le rapport :

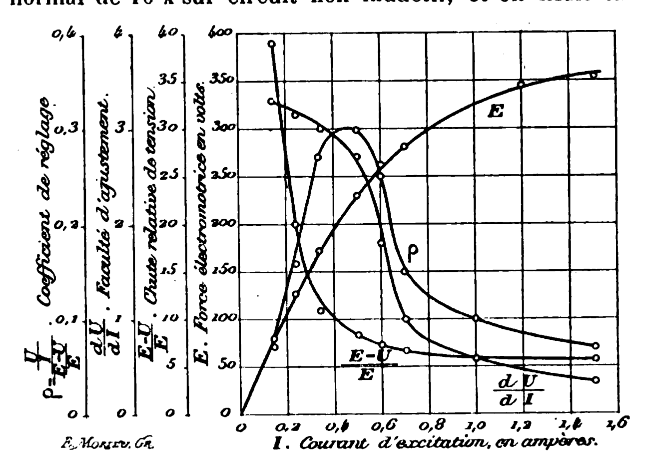
$$\frac{\frac{dU}{dI}}{\frac{E-U}{U}}.$$

C'est ce rapport qui caractérise le *coefficient de réglage* (¹) de l'alternateur.

En général, ce coefficient de réglage sera faible à de basses et à de grandes saturations; il passera donc par un maximum pour une valeur intermédiaire, et il est naturel de considérer comme saturation normale celle pour laquelle ce coefficient de réglage passe par un maximum.

Dans bien des cas, la saturation normale sera celle à laquelle l'alternateur travaille dans les meilleures conditions, bien que, pour des raisons d'ordre pratique, on préfère travailler avec une saturation plus élevée, et quelquefois plus basse.

La saturation normale ainsi définie peut être déterminée en employant les méthodes classiques qui servent à la prédétermination des caractéristiques. Pour les machines de faible puissance qui peuvent être expérimentées en charge, la saturation normale peut être déterminée expérimentalement. L'auteur donne comme exemple le cas d'un alternateur du laboratoire électrotechnique d'Owens College, à inducteur tournant, et à induit en anneau fixe avec six enroulements hexaphasés indépendants, dont un seul était utilisé pendant les essais. Le courant d'excitation était ajusté à une valeur convenable, et on lisait la force électromotrice développée. On faisait alors débiter à l'alternateur son courant normal de 10 A sur circuit non inductif, et on lisait la



différence de potentiel aux bornes. Enfin, on déterminait la faculté d'ajustement en augmentant légèrement le courant d'excitation et en notant l'accroissement de différence de potentiel aux bornes sous charge, sans toucher aux résistances, de sorte que l'alternateur restait à pleine charge pendant la variation de tension.

Les courbes ainsi obtenues montrent que le coefficient de réglage passe par un maximum pour un courant d'excitation de 0,45 A correspondant à la saturation normale. La tension normale et la chute relative de tension ont pour valeurs respectives 210 volts et 9,2 pour 100.

Il doit être entendu que le coefficient de réglage ne constitue pas une base absolue de comparaison pour les qualités de réglage des alternateurs, mais seulement un procédé commode pour exprimer le degré de saturation. Ainsi, les courbes montrent que, pour un courant d'excitation de 1 A, la machine est sursaturée à un point tel que son coefficient de réglage n'est plus que le tiers de sa valeur maxima.

Il serait intéressant de déterminer de combien le coefficient de réglage des alternateurs modernes s'écarte du maximum, et dans quelle mesure on s'en écarte dans le sens d'une saturation plus grande que la normale, avec les tendances actuelles qui conduisent à l'emploi d'inducteurs sursaturés.

É. H.

(¹) M. Beattie lui donne le nom de *regulation efficiency*, qui se traduit par rendement de réglage ou efficacité de réglage. Nous ne saurions accepter cette terminologie, car le rendement ou l'efficacité est toujours définie par le rapport de deux quantités de même nature (N. D. T.).

DISTRIBUTION POLYCYCLIQUE
D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
SYSTÈME ARNOLD-BRAGSTAD-LA COUR

(*Suite et fin*[1].)

IV. — Transformation et production simultanées du courant principal et du courant superposé

Si l'on veut transformer, sans les séparer, les courants polyphasés et le courant alternatif simple superposé, de fréquence différente, s'écoulant simultanément dans un système polycyclique de distribution d'énergie, on peut y arriver en employant un transformateur polyphasé à circuit magnétique de retour et en enroulant le conducteur neutre (Retour du courant superposé) du système primaire ou secondaire autour du circuit magnétique de retour en un nombre de spires tel que le rapport de transformation du courant superposé soit exactement obtenu. La figure 16 indique cette disposition pour le cas

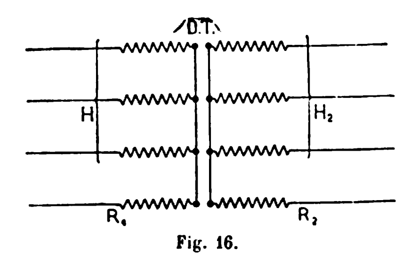


Fig. 16.

où le courant principal est un courant triphasé, et le courant superposé un courant alternatif simple. D T est un transformateur triphasé à quatre noyaux; H_1 et H_2 sont les conducteurs primaires et secondaires du système principal, tandis que R_1 et R_2 représentent la canalisation primaire et secondaire de retour du courant alternatif simple.

De même que dans un seul et même enroulement de transformateur on peut donner naissance à deux f. é. m. indépendantes, de fréquences différentes, par une disposition convenable d'enroulements primaires inducteurs, de même il est possible d'induire, dans le même enroulement d'armature d'un alternateur, des courants polycycliques indépendants par une disposition convenable de deux systèmes inducteurs. Les troisièmes harmoniques d'un système triphasé parcourent, par exemple, dans le même sens, à partir du point neutre, ses trois branches et possèdent par suite, à l'égard de l'onde fondamentale, les mêmes propriétés que les courants polycycliques vis-à-vis d'eux-mêmes.

On peut, en conséquence, utiliser, par exemple, à volonté comme courant superposé, les troisièmes harmoniques des courants principaux d'un générateur triphasé, car on peut obtenir la production des deux sortes de courants dans le même induit triphasé. On n'a pour cela qu'à employer, au lieu d'un seul, deux systèmes polaires, dont l'un ait un nombre de pôles triple de celui du second. Ces deux systèmes polaires, dont la polarité est désignée par les lettres N et S dans la figure 17, peuvent, comme on le voit, être montés l'un à côté de l'autre sur

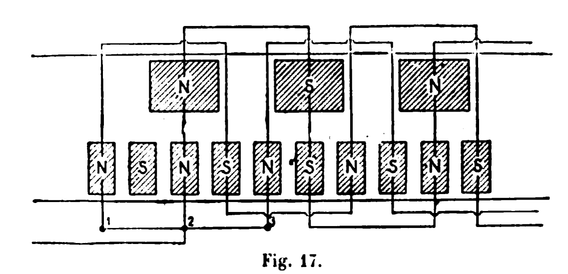


Fig. 17.

la même roue polaire et être excités de façon indépendante. On obtient ainsi par superposition des deux f. é. m. induites la courbe de f. é. m. résultante représentée par la figure 18. L'emploi des troisièmes harmoniques

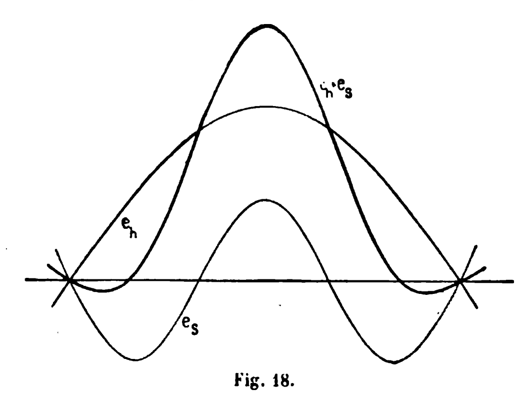


Fig. 18.

comme courant superposé de la manière indiquée par la figure 14 permet de réduire, par le courant superposé, l'induction maxima dans les transformateurs, de sorte que les pertes par hystérésis y sont moindres, bien que la puissance totale fournie soit plus élevée. On pourrait donc utiliser, par exemple, une fréquence de 25 périodes par seconde pour actionner des moteurs et une autre de 75 environ pour alimenter un éclairage. Les alternateurs et les transformateurs triphasés seraient ainsi corrélativement plus petits et l'on pourrait en même temps, grâce à cette moindre fréquence, construire des moteurs meilleurs et moins coûteux.

De manière analogue, on peut produire, dans une même et unique armature, des courants principaux di- ou tétraphasés et les secondes harmoniques qui s'y superposent. Cette disposition exige toutefois une légère modification des enroulements.

V. — Distribution des courants polycycliques dans le réseau secondaire

Si l'on voulait appliquer à la transmission et à la distribution de courants polycycliques dans le réseau secon-

(1) Voy. *L'Industrie électrique* du 10 juillet 1902, n° 253, p. 295.



daire les méthodes ci-dessus décrites, il ne serait pas possible de relier directement à la canalisation générale les destinataires du courant superposé, et l'on devrait alors, pour diviser le courant, recourir à des appareils spéciaux tels que bobines de réaction ou moteurs enroulés en bifilaire. On peut cependant, à l'aide des procédés suivants également brevetés par nous, conduire par la canalisation commune jusque chez les consommateurs les courants superposés et là les séparer les uns des autres sans recourir à des appareils spéciaux.

En reliant, comme le montre la figure 19 pour les

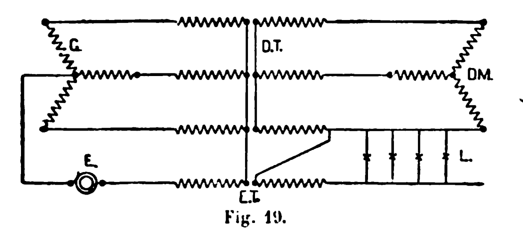


Fig. 19.

courants secondaires, le point d'arrivée du courant alternatif superposé à une borne extérieure du système principal, on peut brancher les consommateurs de ce courant superposé entre le conducteur du système principal venant de cette borne et un conducteur appartenant au courant superposé. On a ainsi relié deux systèmes qui possèdent en commun une borne et le conducteur qui s'y rattache.

Dans une installation faite suivant ce système, où les récepteurs de courant sont des transformateurs, il se présente toujours pour le courant deux voies, dont une par le conducteur commun et l'autre par le second système et les enroulements de ses transformateurs. Dans le cas d'une installation où les appareils d'utilisation ne sont pas des transformateurs, le courant d'un système passe, au contraire, dans la marche à vide, par le conducteur commun, tandis que, en charge, il retrouve deux voies venant des générateurs ou des transformateurs, suivant le cas, d'abord par la canalisation commune, puis par le second système et son appareil d'utilisation. Il en résulte que, théoriquement, les deux systèmes ne sont pas indépendants l'un de l'autre; pratiquement cependant la modification de la chute de tension de l'un des systèmes, pour de grandes variations de charge de l'autre, est négligeable.

Dans ce qui suit nous désignerons sous le nom de *systèmes polycycliques dépendants* les systèmes présentant cette dernière disposition, par opposition à ceux précédemment décrits appelés *systèmes indépendants*. On peut naturellement employer également le système dépendant comme élément primaire d'un transport d'énergie. Cette manière de procéder est cependant moins avantageuse en ce qu'il faut alors effectuer séparément la transformation des deux courants.

Les figures suivantes donnent la représentation schématique des divers montages d'après cette méthode. On voit sur la figure 19 une disposition qui emploie dans l'élément primaire le système indépendant et dans le secondaire le système dépendant; G est un générateur triphasé, E un alternateur simple, D T un transformateur triphasé à quatre noyaux, D M un moteur à champ tournant.

Le système dépendant en primaire et en secondaire est représenté par la figure 20. Cette disposition est d'ailleurs

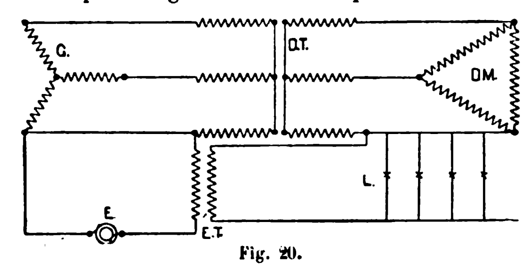


Fig. 20.

la même que celle de la figure 19, à cela près qu'elle comporte un transformateur simple E T.

Dans la figure 21 un courant alternatif simple est

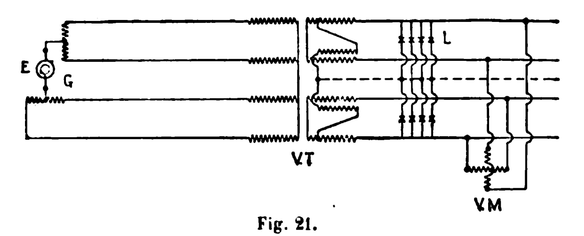


Fig. 21.

superposé à un système principal tétraphasé. La transformation s'effectue dans un transformateur commun, à quatre noyaux, V T, sur les noyaux extérieurs duquel se trouvent réunis les enroulements secondaires du courant superposé et ceux du système principal, les deux conducteurs extérieurs servant à la transmission simultanée des deux courants.

La figure 22 correspond à l'emploi du système dépen-

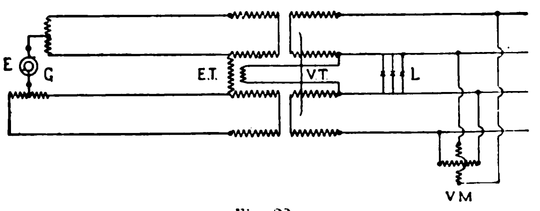


Fig. 22.

dant en primaire et en secondaire. Il faut procéder ici à une nouvelle séparation dans la transformation des deux courants; V T représente le transformateur tétraphasé; E T le transformateur simple; et V M le moteur tétraphasé.

La combinaison des divers systèmes et dispositifs brevetés par nous permet toujours de résoudre simplement la question de transport d'énergie par courants polycycliques.

VI. — Différence de potentiel entre les conducteurs et perte de charge des courants individuels dans le système de transmission polycyclique

Comme tension entre les conducteurs d'une installation électrique on donne ordinairement la tension efficace qui,

dans la plupart des cas, est considérée comme réglant l'isolement de l'installation. Dans certains cas cependant, comme pour les installations de transport d'énergie où la tension est assez élevée pour provoquer des décharges entre conducteurs, il faut éviter toute pointe dans la courbe de tension, la tension maxima entre les fils jouant en effet ici un rôle plus important que la tension efficace. Les livres ne contiennent à cet égard, aussi bien que sur la manière dont se comportent les matières isolantes suivant les différentes courbes de tension, que des renseignements peu nombreux et incomplets; aussi donnons-nous ci-dessous, d'après nos calculs, la tension efficace entre fils, et nous espérons pouvoir publier sous peu des résultats d'essais sur la manière dont se comporte l'isolement des conducteurs pour différentes courbes de tension de même valeur efficace.

Considérons tout d'abord les *systèmes polycycliques indépendants* en commençant par le système diphasé, ce qui permet d'admettre entre les quatre conducteurs du système représenté par la figure 3 la même différence de potentiel efficace aux bornes. Supposons-la de 1000 volts, par exemple, entre deux conducteurs de la même branche; on a alors pour la différence de potentiel efficace de l'alternateur simple

$$E_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}} E_{max} = \frac{1000}{\sqrt{2}} = 707 \text{ volts},$$

car la tension entre deux fils *a* et *b*, par exemple, appartenant à des branches différentes sera alors (voir fig. 23 *a* et *b*) égale à

$$\sqrt{500^2 + 500^2 + 707^2} = 1000 \text{ volts}.$$

Entre ces fils *a* et *b* la plus grande valeur de la tension instantanée n'est plus

$$\sqrt{2} \, . \, 1000 = 1414 \text{ volts},$$

comme dans le cas d'une tension sinusoïdale; elle dépend de la position relative des courbes du courant principal

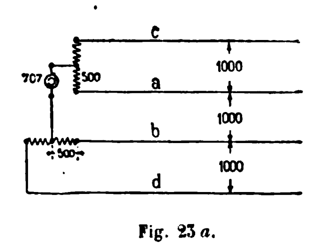


Fig. 23 *a*.

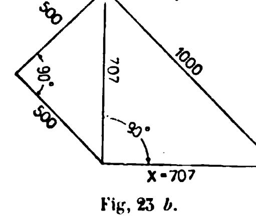


Fig. 23 *b*.

et du courant superposé, et du rapport des fréquences de ces courants. Dans le cas le moins favorable la valeur maxima de la tension du courant superposé coïncide avec celle du courant principal, et, comme chacune d'elles est individuellement de 1000 volts, la plus grande tension instantanée possible entre les fils *a* et *b* est de 2000 volts.

Les rapports sont plus favorables si l'on choisit comme fréquence du courant superposé un multiple exact, le double, par exemple, figure 24, de celle du courant principal. On peut dans ce cas représenter les courbes de tension du courant principal entre les fils *a* et *b* par la sinusoïde P'_{a-b} et entre les fils *c* et *d* par la sinusoïde P'_{c-d}. Si la courbe P_e est celle de la tension de l'alternateur simple, on a comme courbes de tension résultantes

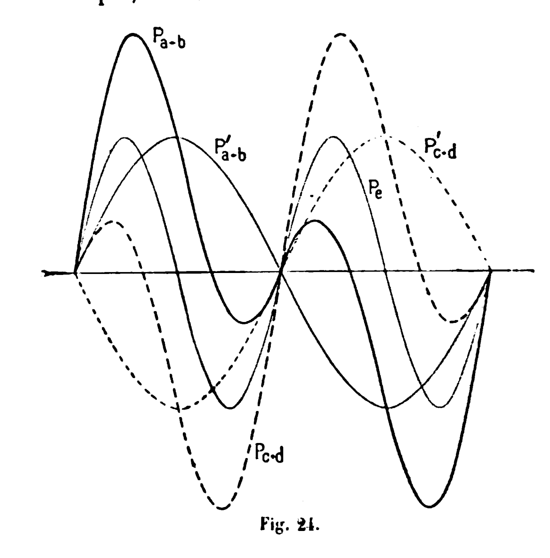


Fig. 24.

la courbe P_{a-b} entre *a* et *b* et la courbe P_{c-d} entre *c* et *d*. Les maxima de ces deux courbes sont égaux et correspondent à la tension la plus élevée que puisse présenter le système. Dans le cas considéré elle atteint 1740 volts.

Dans le *système diphasé polycyclique dépendant*, figure 25, où la tension superposée est branchée entre les

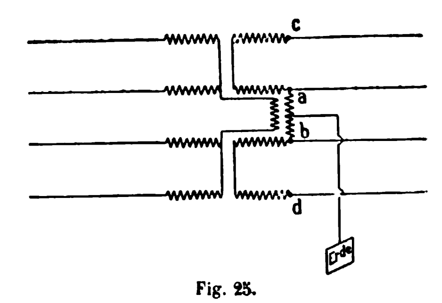


Fig. 25.

bornes des conducteurs *a* et *b*, il est bon de mettre à la terre le milieu de l'enroulement du système superposé, ce qui permet d'employer pour le système principal diphasé des tensions élevées sans avoir à craindre que, par défaut d'isolement, il existe dans le système diphasé une trop forte différence de potentiel entre les conducteurs d'éclairage et la terre. On a entre les bornes extérieures *c* et *d* du système diphasé la tension la plus élevée, qui, d'après les prescriptions de l'Association électrotechnique allemande, peut, pour les installations à basse tension, atteindre 500 volts.

Si nous considérons le système triphasé polycyclique indépendant, figure 26 *a*, on pourra choisir, dans l'hypothèse d'une tension efficace donnée de 1000 volts entre les quatre fils, la tension de l'alternateur simple :

$$E_{eff} = \sqrt{1000^2 - 578^2} = 817 \text{ volts},$$

comme on le voit d'après la figure 26 *b*, où les tensions des deux courants, qui sont en quadrature, doivent être normales entre elles. La tension maxima entre le conducteur neutre R et l'un des conducteurs du système principal dépend également ici de la position relative des courbes de tension des deux courants superposés. Dans

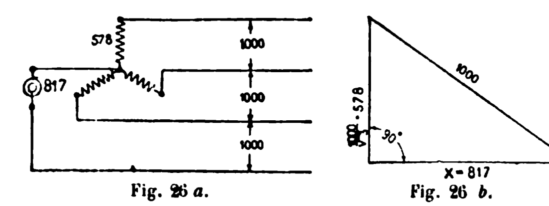


Fig. 26 *a*. Fig. 26 *b*.

le cas le plus défavorable, où l'amplitude de la courbe de tension du courant superposé coïncide avec celle correspondant à l'une des branches du système principal, la tension maxima instantanée entre le conducteur R et celui de la branche considérée est :

$$(578 + 817)\sqrt{2} = 1970 \text{ volts},$$

tandis que

$$1000 . \sqrt{2} = 1414 \text{ volts}$$

est la tension maxima entre les trois conducteurs du système principal. Ce cas défavorable se présente, par exemple, quand on utilise comme courant superposé les troisièmes harmoniques du courant principal et qu'on superpose ainsi les courbes de tension, comme on le voit sur la figure 18. On obtient un meilleur résultat en superposant les deux courbes d'intensité, comme sur la figure 27. On a dans ce cas, pour les tensions ci-dessus

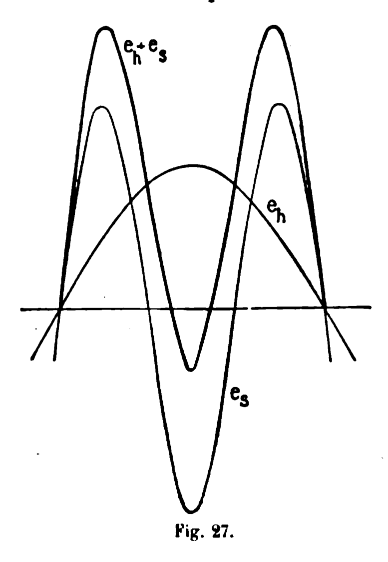


Fig. 27.

supposées, comme différence de potentiel instantanée maxima entre le fil neutre et un des conducteurs du courant principal, 1500 volts contre 1414 entre deux branches du système principal.

Pour une superposition de ce genre, des troisièmes harmoniques au courant principal, comme l'indique la figure 27, on trouvera par un simple calcul de maximum que la tension instantanée maxima entre le fil neutre et l'un des fils du système principal s'obtient par la formule

$$E_{max} = \sqrt{2}\, E_{eff}\left(1 + \frac{E_{eff\,b}}{3 E_{eff}}\right)^{\frac{3}{2}},$$

dans laquelle E_{eff} correspond à la tension efficace du courant alternatif superposé et $E_{eff\,b}$ à la tension efficace par branche du système principal. La différence de potentiel instantanée maxima entre deux conducteurs du système principal est

$$\sqrt{3} \cdot \sqrt{2}\, E_{eff\,b}.$$

Si l'on veut que cette valeur soit égale à E_{max}, afin d'avoir la même différence de potentiel instantanée maxima entre les quatre conducteurs, on posera

$$\sqrt{3} \cdot \sqrt{2}\, E_{eff\,b} = \sqrt{2}\, E_{eff}\left(1 + \frac{E_{eff\,b}}{3 E_{eff}}\right)^{\frac{3}{2}},$$

équation du troisième degré qui donne comme valeur approchée de

$$E_{eff} = 1{,}2\, E_{eff\,b}.$$

En ce qui concerne la *perte de charge* dans les conducteurs primaires d'une installation de transport d'énergie, elle est en général intimement liée à la question d'économie, c'est-à-dire du rendement de l'installation. Aussi, pour une installation de transmission polycyclique, où l'on applique dans l'élément primaire le système indépendant, s'accordera-t-on la même perte relative de puissance dans les conducteurs, aussi bien pour le courant principal que pour le courant superposé.

Considérons, par exemple, une installation diphasée à phases indépendantes. On peut, comme l'indique la figure 21, superposer aux courants principaux un courant alternatif et choisir la tension E_{eff} de ce courant égale à $\frac{1}{\sqrt{2}}$ de la tension $E_{eff\,b}$ des branches du système diphasé, sans qu'il en résulte entre deux fils quelconques du système diphasé une tension efficace supérieure à $E_{eff\,b}$. Choisissons ainsi $E_{eff} = 0{,}707\, E_{eff\,b}$, et désignons par $I_{eff\,b}$ le courant par branche du système diphasé, par $I_{eff\,a}$ le courant alternatif et par r la résistance d'un conducteur simple du système; la perte relative de puissance du système sera égale à

$$\frac{4 I^2_{eff\,b} \cdot r}{2 E_{eff\,b}\, I_{eff\,b}} \cdot 100,$$

et celle du courant superposé, à

$$\frac{I^2_{eff} \cdot r}{E_{eff}\, I_{eff}} \cdot 100.$$

En égalant ces deux valeurs, on obtient

$$2 \frac{E_{eff\,b}}{I_{eff\,b}} = \frac{I_{eff}}{E_{eff}},$$

ou comme

$$E_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}}\, E_{eff\,b}$$

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{2} \,.\, I_{\text{eff}\,b},$$

$$E_{\text{eff}} \,.\, I_{\text{eff}} = E_{\text{eff}\,b} \,.\, I_{\text{eff}\,b} = \frac{1}{2} (2\,E_{\text{eff}\,b} \,.\, I_{\text{eff}\,b})\,;$$

c'est-à-dire que

Puissance du courant superposé = 1/2 Puissance du courant diphasé.

Autrement dit : *Sans nuire au rendement du système diphasé et sans augmenter les tensions efficaces entre fils, on peut, par superposition d'un courant alternatif à un courant diphasé, obtenir une puissance supérieure de* 50 *pour* 100; ou, inversement, 100 étant la dépense en cuivre d'un système alternatif simple ou d'un système diphasé à phases indépendantes, correspondant à une puissance donnée, la dépense en cuivre pour la même différence de potentiel efficace entre deux fils et la même perte de puissance relative, ne sera, avec un système polycyclique diphasé, que de $\frac{100}{1,5}$ ou de 66,7 ; d'où il suit que la puissance du système superposé est égale à la moitié de celle du système principal.

Pour un transport triphasé ordinaire d'énergie avec trois conducteurs, le poids de cuivre nécessaire à la transmission d'une même puissance dans les mêmes conditions qu'avec un système alternatif simple est, comme on sait, égal à 75 pour 100 de celui exigé par ce dernier système. Un calcul analogue à celui ci-dessus montre que la dépense de cuivre du système triphasé polycyclique, avec la disposition de la figure 12 et la superposition d'un courant alternatif de puissance inférieure de moitié à celle du courant triphasé, n'exige, par rapport à ce dernier, que 66,7 pour 100 du cuivre nécessaire avec le système alternatif simple, c'est-à-dire $\frac{75 - 66,7}{75} \cdot 100 = 9$ pour 100 de moins que le système triphasé. Pour la transmission de l'énergie par câbles, où intervient l'échauffement de ceux-ci, on peut, pour une différence de potentiel efficace donnée entre deux conducteurs et une perte de puissance déterminée dans les câbles, transporter avec le système diphasé polycyclique une puissance plus élevée que sans courant superposé. Dans les quatre conducteurs du système diphasé la perte de puissance, par superposition d'un courant alternatif simple de puissance moitié de celle du courant diphasé, s'élève à 1,5 fois celle-ci. Par contre, si l'on avait choisi, au lieu d'un courant alternatif simple à superposer, l'intensité et, avec elle, la puissance du courant diphasé $\sqrt{1,5}$ fois aussi élevée, on aurait encore augmenté jusqu'à $(\sqrt{1,5})^2 = 1,5$ fois la perte de puissance dans les quatre conducteurs; autrement dit, on pourrait, pour une tension efficace et une perte de tension données, transporter, avec le système diphasé polycyclique,

$$\frac{1,5 - \sqrt{1,5}}{\sqrt{1,5}} \cdot 100 = 23 \text{ pour } 100$$

de puissance de plus que sans courant superposé. La puissance superposée est dans ce cas égale à la moitié de celle du courant principal.

Avec le système triphasé polycyclique on obtient, pour une tension efficace et une perte de puissance données, une augmentation de puissance supérieure de

$$\left(\sqrt{\frac{75}{66,7}} - 1\right) 100 = 6 \text{ pour } 100$$

à celle du système triphasé sans superposition de courant, quand la puissance superposée est égale à la moitié de celle du système principal.

Dans la canalisation secondaire d'une installation, où la perte de charge règle les dimensions des conducteurs, la division de la prise des divers courants indique l'emploi du système polycyclique dépendant, de préférence à celui du système indépendant. On ne considérera dans ce qui suit que le système diphasé représenté par la figure 25 avec courant alternatif superposé.

En ce qui touche le maintien constant de la différence de potentiel nécessaire à l'éclairage, les conducteurs intérieurs *a* et *b* qui livrent passage au courant alternatif simple superposé doivent être calculés exactement comme si le courant diphasé n'y circulait pas.

Après avoir fixé les sections des conducteurs *a* et *b* on déterminera celles des conducteurs *c* et *d* de telle sorte que la perte de charge, pour le courant diphasé, ne dépasse pas une certaine limite et que leur échauffement ne soit pas trop élevé. Si l'on arrive ainsi, pour ces conducteurs *c* et *d*, à des sections supérieures à celles des conducteurs *a* et *b*, il est préférable de donner aux quatre la même section.

VII. — Avantages présentés par un système polycyclique

On peut résumer de la manière suivante les avantages d'un système polycyclique sur les autres systèmes appliqués jusqu'ici :

1° L'emploi de deux fréquences différentes permet d'alimenter sous celle qui leur convient le mieux les appareils d'utilisation;

2° Les additions et installations d'éclairage, ainsi que la régulation de la tension de régime, deviennent d'une extrême simplicité;

3° On peut, pour les moteurs, choisir une tension de fonctionnement et une perte de charge dans leurs conducteurs d'alimentation et de distribution beaucoup plus élevées qu'avec deux systèmes différents de distribution d'éclairage et d'énergie mécanique, ce qui permet de réaliser une importante économie de cuivre.

De ces trois avantages résulte, en outre, la possibilité de construire à meilleur compte les moteurs et les générateurs, les courants en quadrature reçus par les moteurs étant plus faibles et ne jouant plus un rôle important au point de vue des pertes de charge plus élevées qu'ils sont susceptibles de déterminer dans les générateurs et les conducteurs.

4° Dans un transport d'énergie par canalisation aé-

rienne, pour une même différence de potentiel efficace entre les fils et une même perte relative de puissance, avec des systèmes à quatre et trois phases, de puissance 100, et un système alternatif simple superposé, de puissance 50, le poids de cuivre n'atteint que 66,7 pour 100 de celui nécessaire avec un système alternatif simple de même puissance totale dans les mêmes conditions;

5° On peut, dans les transports d'énergie par câbles, pour une même différence de potentiel efficace entre fils et une même perte de charge, transmettre, par un système tétraphasé avec courant superposé, 23 pour 100 de puissance de plus que sans courant superposé. La puissance superposée est alors égale à la moitié de celle du système principal. Pour des systèmes triphasés, on peut, avec courant superposé, transporter 9 pour 100 de puissance de plus que sans superposition de courant, pour une puissance du courant superposé égale à la moitié de celle du courant principal.

Disposition générale d'un système de transmission polycyclique

Le montage représenté par la figure 28 peut donner une idée de la disposition générale d'une installation de

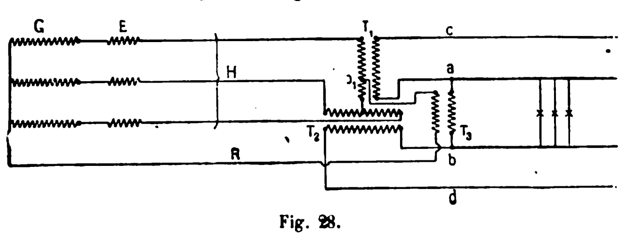


Fig. 28.

transport et de distribution de courants polycycliques. Le générateur double G et E, à induit unique et à deux circuits inducteurs occupant l'un par rapport à l'autre les positions relatives indiquées par la figure 29, donne simultanément naissance au courant principal triphasé et au courant alternatif simple superposé. Celui-ci, qui est la troisième harmonique du courant triphasé, se superpose au courant principal, comme le montre la

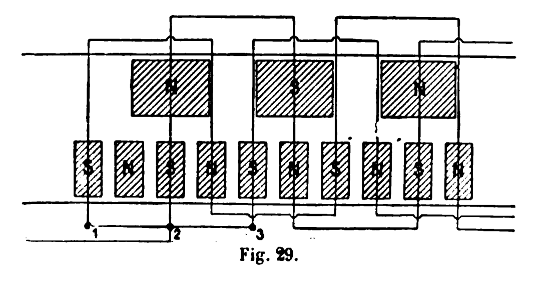


Fig. 29.

figure 27, de telle sorte que la différence de potentiel instantanée maxima entre le conducteur de retour R et les autres fils de transmission à distance est aussi faible que possible. A la station secondaire, le courant triphasé se transforme, par l'entremise de deux transformateurs simples, d'après le montage de Scott, en courant diphasé, ce dernier étant, par raison de symétrie, préférable, pour un réseau polycyclique secondaire, au courant triphasé.

Le courant alternatif superposé ne détermine aucun flux de force dans les deux transformateurs et peut, en conséquence, être emprunté, par le point O_1, à l'enroulement primaire du transformateur T_1. Le courant alternatif simple se transforme dans le transformateur T_3 et, comme l'enroulement secondaire est branché entre les deux conducteurs *a* et *b* du système diphasé, on peut monter directement entre ces deux conducteurs les lampes à incandescence L.

La figure 30 représente, pour le même système, un

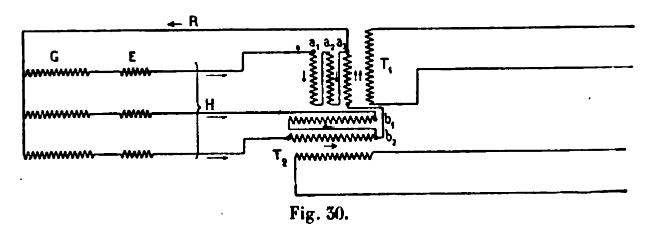


Fig. 30.

dispositif, sans induction, des enroulements primaires des transformateurs T_1 et T_2. Les flèches de la figure se rapportant au courant alternatif superposé, il est évident que, quand les trois enroulements a_1, a_2 et a_3 du transformateur T_1 et les deux enroulements b_1 et b_2 du transformateur T_2 sont bien proportionnés entre eux, toute action inductive du courant superposé se trouve supprimée.

Avec un système diphasé comme primaire on a le schéma de montage indiqué par la figure 31. G est le

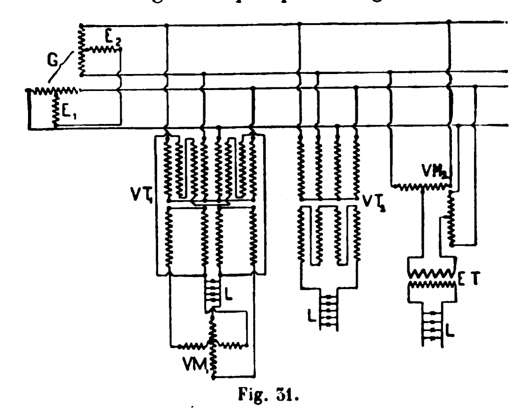


Fig. 31.

générateur à double inducteur. E_1 et E_2 sont les enroulements destinés au courant alternatif simple superposé, dont la fréquence est double ou triple de celle du courant principal. V T_1 est un transformateur à quatre noyaux avec un enroulement primaire et deux secondaires, l'un pour éclairage, l'autre pour énergie mécanique. V T_2 correspond à un transformateur qui ne sert que pour la prise du courant superposé transformé à la tension d'éclairage dans le transformateur simple E T.

Cet ensemble se prête à un grand nombre d'autres combinaisons pour lesquelles on choisira chaque fois la disposition la mieux appropriée aux circonstances. Si l'on a, par exemple, à alimenter quelques grands mo-

teurs seulement et un réseau d'éclairage très divisé, ce qu'il y aura de mieux à faire sera d'exploiter en secondaire les deux réseaux de conducteurs complètement séparés.

E. Arnold.

(Traduit par E. B.)

Il n'est peut-être pas inutile à l'intelligence, ou tout au moins à la lecture des figures, d'indiquer l'origine allemande des lettres désignant les divers appareils.

ET, EG, EM, signifient transformateur, générateur, moteur à courants alternatifs simples : *Einphasen*transformator, generator, motor.

D, précédant les mêmes lettres, veut dire triphasé : *Drei*-phasen...

V, dans les mêmes conditions, tétraphasé ou à quatre noyaux : *Vier*phasen... ou *Vier*säulig...

(Après examen plus attentif nous préférons le nom de « plurifréquents » à celui de « multifréquenciés » pour les courants de diverses fréquence. N. D. L. R.).

CORRESPONDANCE ANGLAISE

L'exposition des tramways. — L'exposition inaugurée le 1er juillet à l'*Agricutural Hall* est maintenant terminée, et les conférences tenues à cette occasion et qui ont donné lieu à plusieurs communications de grand intérêt seront publiées. On pense qu'il y aura, pendant quelque temps encore, dans les journaux d'électricité beaucoup d'articles intéressants relativement à ces communications, et beaucoup à apprendre. De l'exposition elle-même, il suffira de dire qu'elle a entièrement dépassé ce que ses promoteurs désiraient, c'est-à-dire présenter, au point de vue strictement technique, les perfectionnements divers apportés aux chemins de fer électriques pendant l'année passée, et attirer un grand nombre de visiteurs afin d'encourager le commerce. On ne peut pas dire qu'il y eut beaucoup de nouveautés; peut-être les freins magnétiques de tramways de la *Westinghouse C°* attiraient la plus grande attention. Cette Compagnie avait installé une section de voie dans la salle, et elle y fit circuler un car avec trolley aérien. Par de fréquents arrêts, elle démontra comment ce car peut être complètement arrêté avec le contrôleur électrique seul. La *British Thomson Houston C°* avait aussi une petite longueur de voie sur laquelle elle essayait deux de ses moteurs équipés sur un wagon. Parmi les Compagnies anglaises, MM. Dick Kerr et Cie avaient la meilleure exposition. Ils avaient exposé un des nouveaux cars qu'ils construisent pour le *London County Council*, lequel marchera en utilisant un système nouveau de caniveau, et, en outre, ils ont exposé quelques-uns de leurs équipements de moteurs modernes, et leurs génératrices de tramways.

Une exposition très intéressante fut celle du *Chloride Electrical Syndicate*, qui, outre ses accumulateurs bien connus, présenta son nouveau système breveté de survolteurs Highfield.

La différence essentielle entre ces survolteurs et le type ancien de survolteur reversible est que, avec le système Highfield, on peut maintenir une charge constante sur la génératrice et aussi une tension constante à la station pour n'importe quelle variation de l'intensité du courant de ligne, et on peut effectuer la charge complète de la batterie sans la priver de son travail. On ne peut obtenir ces avantages avec aucune autre méthode et on peut ainsi profiter des avantages de plus petites unités : la réduction de la consommation de charbon et les heures plus courtes de fonctionnement. Une grande simplicité de manœuvre était réalisée sur un panneau complet de tableau avec lequel aucun règlement ni aucune instruction n'est nécessaire lorsqu'on a fait, une fois pour toutes, les réglages sur les shunts divers, selon la caractéristique de la génératrice avec laquelle le survolteur est utilisé.

Il y eut, naturellement, plusieurs maisons qui exposèrent divers appareils pour les lignes aériennes de trolley; en particulier les appareils construits sous les brevets de Wood et exposés par la *General Electrical C°*, furent l'objet d'une grande attention. Ces appareils sont prévus pour les têtes de trolley pivotantes et ils sont munis de rainures et de certaines dispositions qui font qu'il est tout à fait impossible, pour la roulette du trolley, de quitter le fil. Dans le même stand, on trouvait un spécimen intéressant du système téléphonique qu'on emploie sur les lignes de tramways.

Il serait impossible de donner ici une description, même courte, du nombre d'objets qu'il y avait à voir, ni de donner la substance des divers discours prononcés et les communications lues par les délégués étrangers et les membres de la Société municipale électrique.

Les étrangers ont paru s'intéresser beaucoup, et les visiteurs étaient présents en grand nombre à la réunion générale de l'Institut des ingénieurs électriciens, qui eut lieu dans le musée d'histoire naturelle, le 1er juillet.

Le colonel Crompton et ses critiques. — Récemment, le colonel Crompton a formulé deux sérieuses critiques à l'adresse des électriciens : 1° en disant que les tramways électriques étaient incommodes et qu'ils dérangeaient les omnibus dans les rues; 2° en parlant des ingénieurs-conseils en termes désagréables.

Il n'y a aucun doute qu'il y a plusieurs ingénieurs-conseils qui, à cause de leur petite expérience, n'ont aucun droit de tenir les positions qu'ils ont dans le monde électrique, et le colonel Crompton désigna comme tels ceux qui ne pouvaient réussir dans les usines.

A cela il fut riposté vivement que MM. Crompton et Cie étaient plus responsables de cet état de choses qu'aucune autre maison, car ils employaient beaucoup d'élèves stagiaires, dont ils voulaient bien recevoir les honoraires, mais pour l'éducation desquels ils ne se donnaient pas beaucoup de peine. La discussion a été très animée et elle a eu le grand mérite de donner libre

carrière au sentiment populaire quant à une sorte d'ingénieurs-conseils, et de montrer comment quelques-uns de ces messieurs empêchent le commerce de ce pays par les restrictions absurdes qu'ils imposent aux manufacturiers.

Le chemin de fer électrique de la Mersey. — Nous avons déjà mentionné ce grand projet de temps en temps, par lequel la *British Westinghouse C°* électrifie le chemin de fer sous le fleuve Mersey, de Liverpool à la côte de Cheshire. On annonce maintenant que les génératrices sont presque prêtes et qu'elles seront bientôt montées. Il y en a trois et chacune a une puissance de 1200 kilowatts. Elles seront directement couplées à des machines compound de 1500 chevaux. L'éclairage de la station de production et de toutes les gares, garages, etc., sera obtenu avec une installation particulière. Pour cela, on montera deux génératrices enroulées en compound, chacune d'une puissancè de 200 kilowatts, directement couplées aux machines. Le matériel roulant consistera en 60 wagons, et chaque train comprendra 5 voitures. On n'emploiera aucune locomotive, mais le premier et le dernier wagon de chaque train sera équipé de 4 moteurs de 100 chevaux.

Un grand projet d'illumination. — Récemment, en vue des fêtes du couronnement, l'*Isle of Wight Electric Light and Power C°* avait installé une illumination d'un caractère nouveau. Le motif fut élevé sur l'une des hautes collines de l'île, et il consistait en des lettres d'une hauteur de 17 mètres, en lampes à incandescence connectées par des doubles lignes de fil tendu entre des isolateurs. La longueur totale du motif fut presque de 120 mètres, et il contenait 430 lampes chacune de 25 bougies. Les divers circuits furent également équilibrés et reliés aux canalisations du système à trois fils et à 420 volts de la Compagnie, au moyen de câbles venant de la station, qui était à une distance de 400 mètres. Le travail fut assez difficile, car la pente de la falaise était très rapide. La hauteur au-dessus de la mer fut de 200 mètres, de sorte que des bateaux, à une distance de 48 km, pouvaient lire les lettres. C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 23 juin 1902.

Recherches sur les phénomènes actino-électriques. — Note de M. Albert Nodon, présentée par M. Mascart. — Lorsque des radiations lumineuses ou ultra-violettes sont projetées sur une lame conductrice mince, elles donnent naissance, sur la face non éclairée de cette lame, à des radiations analogues aux rayons X et aux rayons du radium.

Les phénomènes peuvent être mis en évidence à l'aide d'un dispositif simple, composé d'une petite caisse prismatique en zinc noirci, munie d'une cloison verticale mobile, d'une porte latérale et d'une ouverture inférieure. Cette caisse est disposée sur un électromètre à feuille d'or unique enfermé dans une cage de Faraday.

La caisse métallique renferme une sphère en laiton, isolée, qui est disposée entre la paroi et la tige de l'électromètre.

La sphère est chargée d'électricité; elle forme condensateur avec la paroi dont elle est voisine.

La tige de l'électromètre forme plan d'épreuve au voisinage de la sphère électrisée et elle permet de mesurer les variations de charge de cette sphère par les déviations correspondantes de la feuille d'or de l'électromètre.

Les déviations de la feuille d'or sont mesurées à l'aide d'une lunette munie de fils réticulaires. La caisse métallique est parfaitement close à la lumière et elle est reliée à la terre.

Les expériences consistent à mettre préalablement la feuille d'or à la terre, puis à charger la sphère. La feuille d'or est primitivement au repos, et toute décharge de la sphère est accusée par une déviation de cette feuille d'or.

La cloison mobile est constituée par des lames minces interchangeables de divers métaux. Une seconde série de cloisons formées par des substances diverses, telles que du carton noir, du verre, du bois, de l'aluminium, etc., peuvent être disposées à l'intérieur de la caisse, entre la paroi métallique et la sphère.

L'expérience étant ainsi disposée, si l'on projette sur la paroi métallique un faisceau lumineux provenant de l'arc voltaïque, du magnésium ou du soleil, on constate aussitôt une décharge de la sphère maintenue dans l'obscurité. On évite tout échauffement de la paroi et de l'intérieur de la caisse sous l'influence de la source de lumière en interposant une cuvette transparente remplie d'eau entre la source de lumière et la caisse. On constate, du reste, que les effets de décharge sont sensiblement les mêmes quand la masse d'eau est interposée sur le trajet des radiations lumineuses ou bien lorsque les radiations frappent directement la paroi métallique. La décharge est d'autant plus rapide que l'intensité de la lumière est plus grande et que celle-ci est plus riche en radiations à faible longueur d'onde. L'arc produit entre des crayons de graphite munis d'âmes en aluminium est sensiblement plus actif que l'arc produit entre deux graphites ordinaires, par suite de sa plus grande richesse en radiations ultra-violettes.

Des résultats semblables sont obtenus en remplaçant l'écran métallique par une paroi de carton noir mouillé, l'eau jouant dans ce cas le rôle de conducteur.

La décharge de la sphère cesse chaque fois qu'on interrompt le passage de la lumière sur la paroi métallique, à l'aide d'un écran d'ébonite, par exemple.

Si l'on dispose une plaque métallique de plomb au voisinage de la paroi de la caisse et qu'on projette, sous une certaine incidence, des radiations de lumière sur la face interne de la plaque de plomb, on constate une décharge de la sphère électrisée placée dans l'obscurité.

Les radiations produites par l'action de la lumière sur

la face éclairée d'une paroi métallique épaisse, ou sur la face opposée d'une paroi mince, possèdent la propriété de traverser avec facilité les métaux en lame mince et, en particulier, l'aluminium, le carton noir, le bois, le verre, les préparations photographiques ou les préparations radiographiques. Elles déchargent les corps électrisés, mais elles ne produisent pas de fluorescence sensible du platinocyanure de baryum, ni de réduction des sels d'argent, lorsque l'exposition est de courte durée. Nous étudions l'action photogénique prolongée de ces radiations sur les sels d'argent.

Ces radiations sont différentes des rayons cathodiques, puisqu'elles traversent avec facilité les métaux et le carton noir; elles paraissent posséder des propriétés intermédiaires entre celles des rayons X et celles des rayons émis par le radium. Nous les désignerons sous le nom de *rayons radio-actiniques*.

Sur un phénomène observé sur un excitateur dont les boules sont reliées à une bobine de Ruhmkorff. — Note de M. H. Bordier, présentée par M. d'Arsonval. — En poursuivant l'étude de la décharge de la bobine de Ruhmkorff au moyen d'un excitateur à boules, j'ai trouvé que le potentiel explosif de la bobine peut être modifié par la production d'un dépôt de rosée sur l'une des boules de l'excitateur.

Ce phénomène est très simple à observer : pendant que la décharge de la bobine se fait, on augmente peu à peu la distance explosive jusqu'à ce que les étincelles ne puissent plus jaillir à jet continu; ce résultat étant obtenu, si l'on vient à faire déposer une légère couche de rosée sur les boules, en dirigeant par exemple l'air expiré sur l'excitateur, immédiatement les étincelles se remettent à jaillir d'une façon continue jusqu'à ce que la rosée ait disparu. Si l'on empêche le dépôt de rosée de se faire sur l'une des boules, en la chauffant au préalable, on reconnaît que le phénomène n'a lieu que si le dépôt se forme sur la boule communiquant avec la cathode de la bobine : il cesse si cette boule est chaude, l'autre étant froide.

Lorsque le flot d'étincelles a commencé sous l'influence du dépôt de rosée, on peut augmenter la distance explosive sans faire cesser la décharge de la bobine.

Pour étudier plus commodément ce phénomène, j'ai construit un excitateur composé de deux boules creuses en laiton nickelé de 3 cm de diamètre : la boule destinée à être reliée à la cathode de la bobine porte un orifice fermé par un bouchon que traverse un thermomètre et deux petits tubes. En versant dans cette boule un liquide volatil, de l'éther par exemple, on arrive facilement, à l'aide d'un courant d'air, à abaisser progressivement la température de la boule.

Après avoir disposé les deux boules de manière que les étincelles ne puissent plus jaillir, on constate, pendant que la température de la boule cathode s'abaisse, qu'il arrive un moment où un flot d'étincelles ininterrompues se met à jaillir, bien que le dépôt de rosée ne soit pas encore visible à ce moment-là.

Si l'on détermine au même instant la température d'apparition de la rosée, en se servant d'un hygromètre à condensation, on trouve une température un peu inférieure à celle marquée par le thermomètre de la boule au moment du flot d'étincelles; mais la température de disparition de la rosée de l'hygromètre correspond à peu près exactement à celle qu'indique le thermomètre de l'excitateur quand commence le phénomène décrit. Voici les nombres trouvés dans quelques séries d'expériences [1] :

Températures en degrés		
lues au moment des étincelles.	d'apparition de la rosée.	de disparition.
5,5	5,2	3,6
12,3	11,8	12,3
12,5	12,1	12,6
12,5	12,2	12,7
13,5	13,1	13,6
13,7	13,0	13,5

On pourrait donc utiliser ce phénomène pour déterminer la température de saturation nécessaire à la mesure de l'état hygrométrique de l'air,

Action de la self-induction dans la partie ultraviolette des spectres d'étincelles. — Note de M. Eugène Néculcéa, présentée par M. G. Lippmann. (Voyez les *Comptes rendus.*)

Séance du 30 juin 1902.

Action des rayons X sur de très petites étincelles électriques. — Note de M. R. Blondlot. — Lorsqu'on envoie des rayons X sur les boules d'un micromètre à étincelles, la distance explosive pour un potentiel donné augmente, ou, ce qui revient au même, le potentiel explosif pour une distance donnée des boules diminue. Cette propriété des rayons X a été découverte par M. Swyngedauw, en 1896.

J'ai constaté une autre action de ces rayons sur l'étincelle, action analogue à la précédente, mais qui en est toutefois distincte. Faisons jaillir l'étincelle entre deux pièces de métal distantes d'une fraction de dixième de millimètre, la différence de potentiel employée étant un peu plus grande qu'il ne faut pour que l'étincelle éclate en l'absence de rayons X. Si alors on envoie ces rayons sur l'intervalle explosif, l'étincelle devient plus éclatante; si l'on supprime les rayons, l'étincelle reprend son aspect primitif.

Cette expérience peut se faire très simplement de la manière suivante : Une tige de cuivre de 30 cm de longueur est coupée en son milieu, les extrémités en regard de la coupure étant limées en forme de pointes mousses. Les deux moitiés de cette tige sont fixées à un support en bois qui permet de régler à volonté la distance des pointes.

Cet appareil est disposé devant le tube de Crookes, et parallèlement à l'axe de celui-ci. Le tube étant actionné par une bobine d'induction, à chaque rupture du courant inducteur ses deux électrodes agissent par influence sur les deux moitiés de la tige de cuivre, et une petite étincelle jaillit à la coupure. Une lame de plomb étant interposée de façon à intercepter les rayons X, on modifie l'écartement des pointes et la distance du tube jusqu'à

[1] Il faut avoir soin, avant chaque expérience, de bien essuyer les boules de l'excitateur.



ce que l'étincelle, tout en étant extrêmement petite, se produise d'une manière absolument régulière, sans jamais manquer; elle a alors l'aspect d'une petite lueur rougeâtre. On a eu soin d'envelopper le tube de papier noir afin d'obtenir une obscurité complète. Si alors on enlève la lame de plomb, l'étincelle devient instantanément plus éclatante et plus blanche; si l'on replace la lame, l'étincelle reprend son premier aspect; si l'on agite rapidement la lame de plomb, de manière à masquer et démasquer alternativement la coupure, la petite lueur prend un aspect scintillant.

Je me suis assuré que ces variations de l'étincelle ne sont pas dues à une modification de l'influence électrique par l'interposition de la lame de plomb : pour cela, j'ai répété l'expérience en remplaçant la lame de plomb par une lame d'aluminium de mêmes dimensions, ou même par une lame beaucoup plus grande : je n'ai alors plus constaté aucune variation de l'éclat de l'étincelle. Du reste, avant d'employer l'appareil décrit ci-dessus, je produisais la petite étincelle à l'aide d'une bobine d'induction minuscule, actionnée par le même courant inducteur que celle qui fait fonctionner le tube : l'influence électrostatique des électrodes du tube de Crookes n'était alors pour rien dans la production de l'étincelle, et cependant les effets observés étaient les mêmes.

Cette action des rayons X sur l'étincelle ne rentre pas dans le phénomène connu de l'accroissement de la distance explosive. Ces deux phénomènes ont toutefois, selon toute vraisemblance, une explication commune : la diminution, par l'action des rayons X, de la résistance que l'air offre au passage de l'électricité. Cette diminution accroît l'éclat de l'étincelle, parce qu'elle accroît la quantité d'énergie mise en jeu à la coupure, toutes choses égales d'ailleurs. Le mot *résistance* n'est pas pris ici dans le sens absolument précis qu'il possède actuellement.

On conçoit que l'on ne puisse observer le phénomène qui fait l'objet de cette Note qu'en employant des étincelles extrêmement petites; si, en effet, l'étincelle est plus forte, et par conséquent plus chaude, la résistance de l'air est rendue très faible par l'étincelle elle-même, et la diminution que l'action des rayons X peut lui faire subir n'exerce plus qu'un effet inappréciable sur l'éclat de l'étincelle.

Précautions à prendre en radiographie avec les bobines de Ruhmkorff. — Note de MM. Infroit et Gaiffe, présentée par M. d'Arsonval. — En comparant les radiographies obtenues avec les bobines et les machines statiques, nous nous sommes aperçus que les dernières étaient toujours très nettes, tandis que les premières étaient souvent légèrement floues. Comme, au moment de l'emploi des bobines, on avait toujours pris la précaution de supprimer le phénomène oscillatoire dans les tubes, par l'emploi d'une soupape de Villard, il fallait chercher une autre cause à ce manque de netteté. Nous croyons que ce défaut est dû à l'action du champ magnétique du faisceau de la bobine sur le flux cathodique de l'ampoule; et en effet, si l'on approche un tube de la bobine qui sert à l'actionner, on voit que le foyer sur l'anode se déplace, s'étale en forme de ligne lumineuse : dans les conditions les plus avantageuses pour la révélation du phénomène, c'est-à-dire lorsqu'on met l'ampoule dans le prolongement et très près du faisceau, la tache lumineuse atteint jusqu'à 5 mm de longueur, et le flux cathodique est dévié de telle sorte que très souvent il passe à côté de l'anode.

Ce déplacement, visible dans les conditions que nous venons de spécifier, existe évidemment tant que l'on n'a pas soustrait le tube à l'action du champ magnétique, et, si peu qu'il se produise, il doit donner du flou aux images.

Nous pensons donc qu'il y a intérêt, lorsqu'on cherche à obtenir des épreuves radiographiques en se servant de la bobine comme source, à mettre le tube à une distance suffisante pour que le flux cathodique ne soit plus dévié.

Action de la self-induction dans la partie extrême ultra-violette des spectres d'étincelles. — Note de M. Eugène Néculcéa, présentée par M. G. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur la vitesse des ions d'une flamme salée. — Note de M. Georges Moreau, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur le magnétisme des ferro-siliciums. — Note de M. Ad. Jouve, présentée par M. Amagat. — Comme suite à de nombreuses expériences sur les ferro-siliciums, nous avons été amené à étudier l'électromagnétisme de ces alliages. Les premiers résultats nous paraissent quelque peu intéressants.

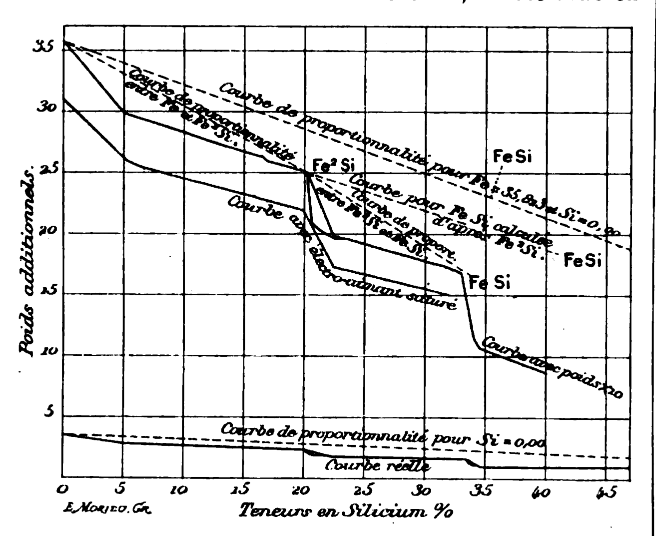
En principe, nous avons ramené à deux pesées la mesure de l'influence attractive d'un électro-aimant parcouru par un courant produisant un magnétisme constant, sur une masse constante (25 g) de ferro-alliage. Ce dernier était finement pulvérisé pour le rendre homogène, et contenu dans une petite boîte permettant d'opérer sur un corps de forme géométrique invariable. L'influence de l'enveloppe était préalablement mesurée, car elle n'était pas nulle.

Nous avons fait un grand nombre de mesures, dans des conditions variées quant à la valeur du courant; les résultats sont concordants, et, afin de les rendre plus comparables, nous les avons traduits en une courbe. On porte en Ox les richesses en silicium de l'alliage et directement en Oy les poids qu'il est nécessaire d'ajouter pour équilibrer l'influence de l'électro-aimant. Dans un des cas, nous avons multiplié par 10 ces poids, afin de rendre les variations de la courbe plus sensibles.

Comme on le remarque à première vue, ces courbes présentent deux chutes brusques dans leur continuité, aux environs de 20 pour 100 de silicium, ainsi que de 33 pour 100. Entre ces deux points, c'est-à-dire entre 5 et 20 pour 100 et entre 20 et 36 pour 100, la courbe est

sensiblement une droite, c'est-à-dire que, en dehors de ces deux points 20 et 33, l'influence d'un électro-aimant sur ces alliages est proportionnelle à leur richesse en silicium.

Or ces deux points d'inflexion correspondent aux deux composés définis du silicium avec le fer, Fe^2Si et $FeSi$. Donc, pour ces alliages, l'existence d'un composé défini se traduit sur la courbe représentative par une brusque diminution de la valeur de cette courbe; on est donc en



droit de conclure à la non-existence, entre 5 et 36,6 pour 100 de silicium, d'autres composés que Fe^2Si et $FeSi$,

En dehors de ces résultats, nous avons pu déduire de nos expériences un mode rapide de dosage du silicium : on pèse 25 g d'alliage et on l'équilibre sous un flux magnétique; on obtient un poids p. D'autre part, on prend le même poids d'alliage à teneur connue R et on l'équilibre dans les mêmes conditions; on a un poids p'. On cherche sur la courbe ci-dessus le poids P indiqué pour la teneur R. On fait le rapport $\frac{P}{p'}$, et, si l'on appelle p'' la valeur attractive de l'alliage inconnu pour la courbe ci-dessus, on a

$$\frac{P}{p'} = \frac{p''}{p};$$

on déduit de là p''. On cherche sur la courbe la richesse en silicium correspondant à cette valeur p'' et qui est celle de l'alliage à teneur inconnue.

Nous nous proposons de poursuivre ces études au delà de 36 pour 100, ainsi qu'au point de vue du carbone.

Séance du 7 juillet 1902.

Sur l'électrolyse de l'azotate d'argent. — Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann. — I. On dit généralement qu'un bain d'azotate d'argent, primitivement neutre par exemple, devient de plus en plus acide à mesure qu'on en poursuit l'électrolyse, avec anode soluble, bien entendu. MM. Rodger et Watson trouvent, au contraire, que l'acidité du bain diminue par l'usage. La contradiction n'est qu'apparente : le résultat dépend des conditions.

1. Lorsqu'on opère avec *anode de platine*, en solution suffisamment concentrée, on voit se former sur l'anode des cristaux bruns, octaédriques ou aiguillés, suivant les circonstances. Ce corps a été pris autrefois pour du peroxyde d'argent; M. Berthelot lui attribue la formule $4Ag^2O^3, 2AgAzO^3, H^2O$. Il se produit en même temps de l'acide azotique libre. Mais, lorsque l'acide a atteint une certaine concentration, il réagit sur ce composé avec dégagement d'oxygène.

Mettons fin à l'expérience et abandonnons le voltamètre à lui-même : le produit brun finit par disparaître, et le résultat final est le même que s'il y avait eu simplement réaction secondaire de AzO^3 sur l'eau. Mais il faut bien noter que les choses ne se passent pas aussi simplement en réalité; car on n'aperçoit aucun dégagement gazeux au début de l'électrolyse.

2. L'acide produit de cette manière, ou préexistant dans le bain, est électrolysé en même temps que l'azotate. L'hydrogène qui se porte à la cathode ne se dégage pas. Il résulte de mes expériences qu'il ne se diffuse pas non plus dans le liquide, et qu'il n'est pas absorbé d'une manière appréciable par le dépôt cathodique, contrairement à ce que j'ai constaté sur l'or dans d'autres conditions. Il est complètement absorbé par les réactions secondaires suivantes :

$$2AgAzO^3 + 10H = AzH^4AzO^3 + 3H^2O + Ag^2,$$
$$2H\,AzO^3 + 8H = AzH^4AzO^3 + 3H^2O.$$

3. *Anode soluble.* — Si la densité du courant au voisinage de l'anode est suffisamment faible ($\leqq 0{,}002$ C.G.S. par exemple, en bain de concentration normale), il ne semble point se produire à l'anode autre chose que la réaction classique ($Ag + AzO^3 = AgAzO^3$).

Mais, si la densité augmente, les réactions envisagées plus haut se produisent avec une intensité croissante. Il en résulte une acidification du bain d'autant plus rapide que celui-ci est plus étendu et la température plus élevée. On constate en même temps que le bain s'appauvrit en azotate.

4. A la cathode, l'acide se détruit comme plus haut, de sorte qu'il s'établit un état d'équilibre dans lequel l'*acidité du bain prend une certaine valeur limite* que l'on rend aisément très faible.

Si le bain était primitivement neutre, il devient légèrement acide, à moins que la densité anodique ne soit suffisamment faible. L'introduction d'oxyde d'argent dans le bain retarde évidemment l'apparition de l'acide.

Si le bain est primitivement acide, et si son acidité est supérieure à ladite limite, elle diminue, comme dans les expériences de MM. Rodger et Watson.

Je donnerai quelques détails dans un Mémoire plus étendu.

II. On dit couramment qu'il y a *corrosion du dépôt cathodique* par le bain d'azotate d'argent, comme cela semble bien établi en ce qui concerne le cuivre, surtout en bain acide et en présence de l'air.

Ainsi, MM. Schuster et Crossley trouvent un dépôt d'argent un peu plus lourd en opérant dans le vide et un peu moins lourd, au contraire, lorsqu'ils opèrent en présence de l'oxygène. Le premier point a été confirmé par M. Myers, qui estime à $\frac{1}{1000}$ le déficit d'argent dans un voltamètre non privé d'air; mais ses observations en présence de l'oxygène sont en contradiction avec les précédentes.

Les masses d'argent pesées par les divers savants qui



ont traité ces questions sont trop faibles, et c'est à cela qu'il faut attribuer les résultats contradictoires que j'ai eu l'occasion d'enregistrer[1]. Voici une expérience bien simple qui suffit à prouver que *cette prétendue corrosion n'existe pas.*

Après avoir pesé, avec les précautions convenables, l'argent déposé sur la capsule formant la cathode, séché dans le vide, à la température ordinaire, je remets dans cette capsule le bain, neutre ou légèrement acide, où s'est formé ce dépôt, et je l'y laisse séjourner jusqu'à dix-neuf heures; puis je décante, je lave et je sèche comme précédemment. Le résultat de ces opérations a été négatif : la masse du dépôt, voisine de 30 gr, n'a point varié d'une manière appréciable.

III. *Polarisation du voltamètre à azotate d'argent.* — A cette occasion, j'appellerai l'attention sur le procédé imaginé par M. Gore pour corriger ses résultats de la corrosion cathodique dans l'électrolyse du cyanure double d'argent et de potassium, ou du sulfate de cuivre. L'auteur détermine la perte de masse d'une lame de même métal que le dépôt, isolée dans le bain pendant que le courant passe.

Or, d'une part, si la lame est épaisse et le courant suffisant, celui-ci la traverse, et, comme le gain du côté cathode n'égale jamais la perte du côté anode, on ne mesure pas ainsi la corrosion.

D'autre part, si l'on remplace la lame par un fil fin, et si le courant est suffisamment faible, on ne constate plus aucune altération, quelle que soit la durée de l'expérience. Cette observation m'a conduit à penser que la force contre-électromotrice d'un voltamètre à azotate d'argent, que l'on suppose généralement très faible ou même nulle, n'est pas, en réalité, négligeable. Il résulte d'expériences qui seront décrites ailleurs que *cette force électromotrice est voisine de 0,03 volt*[2].

Sur l'action de la self-induction dans la partie ultra-violette des spectres d'étincelles. — Note de M. Eugène Néculcéa, présentée par M. G. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Nouvelles recherches sur les courants ouverts. — Note de M. V. Crémieu, présentée par M. H. Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur la nature du cohéreur. — Note de M. J. Fényi. — En faisant des expériences sur la construction du cohéreur, j'ai été conduit à des résultats qui me paraissent intéressants, aussi bien pour les applications que pour la théorie.

Si l'on dispose parallèlement quatre cohéreurs formés d'aiguilles d'acier, de manière que le courant passe simultanément par les quatre points de contact, le système fonctionne tout à fait comme une seule paire d'aiguilles. Il ne fonctionne plus avec précision, si le potentiel de la pile dépasse environ 0,25 volt; avec le potentiel de 1 volt, il cesse tout à fait. Au contraire, si l'on réunit les quatre cohéreurs en série, on peut les insérer dans le circuit d'un élément de Meidinger, sans qu'il soit nécessaire d'affaiblir le potentiel par un circuit secondaire. En disposant six cohéreurs en série, on peut les insérer dans le circuit d'un élément Leclanché, dont le potentiel est de 1,5 volt. En prenant même deux ou trois éléments Leclanché en série, on peut insérer un tel cohéreur en batterie dans leur circuit, si l'on augmente le nombre des cohéreurs simples à raison de trois ou quatre pour 1 volt de potentiel du circuit.

Ces résultats s'expliquent par une propriété curieuse du cohéreur à aiguilles, d'affaiblir le potentiel à chaque point de contact, d'environ 0,25 volt, et cela indépendamment de la grandeur de la tension absolue, au moins dans certaines limites. On comprend, en effet, que le cohéreur simple, quoique pratiquement isolateur, laisse passer un courant qui n'est pas tout à fait nul; ce courant, presque infiniment petit, suffit pour établir une distribution du potentiel dans le circuit, d'après les résistances. Ensuite, à chaque point de contact s'établit un quantième, selon leur nombre. Cette possibilité de transmettre un courant d'une tension notable ne s'explique pas par un accroissement de résistance par suite de la présence du cohéreur simple, qui représente de 2 à 16 ohms. Car on a beau affaiblir le courant d'une pile Leclanché unique, en insérant une résistance de 2000 ohms, le très faible courant passe néanmoins par un cohéreur simple, et ne se rompt pas par des chocs.

La propriété d'un cohéreur à un seul point de contact peut expliquer, en quelque sorte, le fonctionnement du cohéreur usuel à limailles, ou à débris de charbon. Les petits morceaux de métal se placent à la suite l'un de l'autre, en une sorte de série : ce sont eux qui affaiblissent progressivement la tension électrique, selon leur nombre, et l'on peut, en effet, insérer le cohéreur à limailles dans le circuit d'un élément Leclanché. D'autres particules forment des contacts parallèles et ne fonctionnent qu'en diminuant la résistance.

Mais ce qui constitue une différence importante entre le cohéreur en batterie et le cohéreur à limailles, c'est que le premier permet un réglage rationnel. Tout est alors mesurable : on connaît le nombre des contacts, on peut essuyer les aiguilles, varier et mesurer la pression entre 0,2 g et 6 g. Au contraire, les conditions du cohéreur à limailles sont tout à fait inconnues, et variables selon les hasards du choc. On ne sait pas combien de particules se succèdent, combien se sont rangées parallèlement. En outre, les morceaux, très irréguliers, se touchent par des points plus ou moins aigus, exercent des pressions très diverses par unité de surface, et ces pressions peuvent surpasser les limites admissibles. On s'explique ainsi comment les cohéreurs à limailles se montrent fort capricieux, tandis que les cohéreurs à aiguilles fonctionnent d'une manière infaillible.

Il n'est aucune des conditions du cohéreur à limailles qu'on ne puisse réaliser avec des cohéreurs à pointes, en les disposant convenablement. Une combinaison semblable a d'ailleurs

(1) *Rapport sur l'équivalent électrochimique de l'argent*, présenté au Congrès international de physique, réuni à Paris en 1900.

(2) Voy., à ce sujet, G. di Ciommo, *Nuovo Cimento*. 4e série, t. XII, p. 258.



été proposée par M. Bosse. Ainsi s'explique aussi la pratique prescrite, de prendre des limailles lourdes et de les cribler pour leur donner une égale grosseur. On ne voit pas d'abord pourquoi des morceaux égaux conviendraient mieux que des morceaux inégaux, qui semblent même plus sensibles à l'ébranlement. L'efficacité du criblage des limailles lourdes est due à ce que les points trop fins deviennent obtus.

Dans la pratique de la télégraphie sans fil, on dit aussi qu'on ne doit insérer le cohéreur que dans le circuit d'un seul élément Leclanché, et que le courant ne doit pas dépasser un millième d'ampère. Mon installation ne me permet pas de faire des expériences de télégraphie sans fil à grandes distances; mais les expériences faites dans le laboratoire, avec mon cohéreur en batterie, m'ont montré qu'on peut l'insérer dans le circuit de trois éléments Leclanché en série, sans autre résistance, et que le cohéreur fonctionne alors régulièrement, quoique le courant soit de l'ordre d'un dixième d'ampère.

J'ai profité de cette propriété des cohéreurs à aiguilles, de fonctionner avec un courant d'une intensité notable, pour disposer des appareils d'une simplicité surprenante.

Si l'on place un cohéreur à 6 points sur un appareil à sonnerie convenable, et si on les insère tous deux en série dans le circuit d'un élément Leclanché, on constate qu'une petite étincelle électrique excite le cohéreur; la sonnerie retentit, ébranle le cohéreur et se tait ensuite immédiatement.

Si l'on insère un récepteur de Morse parallèlement avec la sonnerie, on obtient un appareil qui peut servir à démontrer, dans le laboratoire, le principe de la télégraphie sans fil.

En réunissant le cohéreur, des deux côtés, avec la terre et avec un conducteur isolé très long, on obtient un appareil qui signale les tempêtes lointaines. Si l'on insère, en outre, dans cet appareil, parallèlement avec la sonnerie, un électro-aimant enregistreur sur un mouvement d'horlogerie, on obtient un appareil enregistreur des décharges électriques dans l'atmosphère, pour les études météorologiques.

Les expériences que j'ai faites sur la sensibilité de ces appareils m'ont montré qu'elle est essentiellement déterminée par la longueur du conducteur isolé, qui remplace l'antenne. Un petit appareil avec un conducteur de 360 m donnait simultanément 10 fois plus d'indications qu'un autre dont le conducteur était de 26 m.

Action dissociante des diverses régions du spectre sur la matière. — Note de M. Gustave Le Bon. (Voy. les *Comptes rendus.*)

La lumière noire et les phénomènes actino-électriques. — Note de M. Gustave Le Bon. (Voy. les *Comptes rendus.*)

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 9 juillet 1902.

La séance est ouverte à 8h40m sous la présidence de M. Desroziers, *vice-président.*

Après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Rey sur **L'éclat des gros arcs à courant continu.**

Jusqu'à 20 ampères les arcs industriels ont fait l'objet de nombreux travaux, en particulier ceux de Mme Ayrton, de MM. Blondel et Laporte. Au-dessus de 25 ampères les arcs ont très peu d'application, parmi elles on peut citer les projecteurs et quelques phares.

Seuls les gros arcs de 50 ampères et au-dessus jusqu'à 300 sont de nos jours couramment utilisés dans les projecteurs.

M. Rey, sous l'habile direction de M. Blondel, a étudié d'une façon particulière les arcs de 25 à 300 ampères, les diamètres des charbons employés ont varié de 15 mm à 49 mm pour le positif.

A ce propos M. Rey signale le peu de régularité de marche que l'on obtient avec les gros charbons; tandis que la fabrication des charbons industriels au-dessous de 20 ampères a fait de grands progrès, il n'en est pas de même pour les charbons de projecteur qui, soit par suite d'une cuisson prolongée, soit par un manque d'homogénéité de la pâte, donnent une lumière très irrégulière, rendant les mesures difficiles.

M. Rey s'est particulièrement attaché à mesurer l'éclat du cratère pour des régimes d'intensité variable. Afin de se placer dans de bonnes conditions de marche, M. Rey alimente un arc de 250 ampères avec une source donnant 95 à 100 volts; une résistance en série formant tampon laisse seulement 62 volts aux bornes de l'arc.

Méthodes de mesure. — La mesure de l'éclat peut se faire par l'étude du flux lumineux (méthode de Rousseau); mais comme il est fort difficile de déterminer la surface du cratère, la méthode n'a pu être employée.

M. Rey s'est servi de la méthode indiquée par M. Blondel, qui consiste à faire tomber un faisceau de lumière limité par un diaphragme sur une lentille. On place au foyer conjugué de la lentille par rapport au cratère l'écran d'un photomètre.

M. Blondel a démontré que l'intensité lumineuse de l'unité de surface de l'écran éclairée représente l'éclat intrinsèque du cratère.

Pour faire la mesure, l'écran opaque du photomètre a été remplacé par une plaque translucide. La plage éclairée est alors considérée elle-même comme une source lumineuse et peut être comparée à l'éclairement produit par une lampe étalon.

M. Rey a constaté que l'éclairement de cette plage augmente avec l'intensité du courant, ce qui tendrait à montrer que l'éclat du cratère n'est pas constant; de plus la même densité de courant dans des charbons de provenance différente ne correspond pas à un même éclat intrinsèque.

L'éclat intrinsèque paraît être indépendant du diamètre du négatif, il ne dépend que du diamètre du positif. M. Rey pense que cela provient du refroidissement variable du charbon positif dans l'air.

Une série de courbes de l'éclat en fonction de la densité de courant mises sous les yeux de la Société ten-



draient à montrer que la loi du phénomène est une parabole de la forme

$$e(e+a)=b\delta$$

e étant l'éclat intrinsèque, δ la densité de courant, a et b deux coefficients déterminés par expérience.

D'après M. Rey, la question du refroidissement des charbons paraît être la clef de la variation de l'éclat. Parlant ensuite en terminant des expériences de M. Violle, il rappelle que ce savant a fait usage de la photographie dans ses mesures, alors que l'œil paraît être encore le meilleur instrument.

M. le Président remercie M. Rey de son intéressante communication et ouvre la discussion.

M. Villard en quelques mots défend les expériences de M. Violle faites très soigneusement en 1892 avec des intensités variant entre 10 et 1200 ampères.

M. Violle admet qu'il y a sur le charbon positif *une région* où l'éclat est constant. M. Violle a fait des expériences en supprimant l'effet de la flamme dont l'éclat n'est pas négligeable et augmente avec l'intensité du courant. La méthode spectrophotométrique qui a surtout fait l'objet des expériences de M. Violle paraît être la plus précise et la plus scientifique, on étale la lumière des deux sources : charbon et arc, sous forme de deux spectres que l'on peut examiner à loisir; la photographie n'a servi que de contrôle.

La flamme de l'arc qui vient ajouter son action à celle du cratère pourrait peut-être expliquer les chiffres variables d'éclat trouvés par M. Rey. M. Villard rappelle que tous les phénomènes d'ébullition de corps solides tels que l'arsenic, l'acide carbonique solide, etc., donnent lieu à une température constante; la seule chose qui peut varier c'est la dimension de la surface de la partie portée à l'ébullition : il en est de même pour le charbon.

Après quelques observations de MM. Hospitalier, Boucherot et Laporte, la séance est levée à 9^h50^m.

A. S.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel théorique et pratique d'électricité, par Chassagny. — *Hachette et Cie*, éditeurs. Paris, 1902.

« Ce manuel », nous dit l'auteur dans son Avertissement, « contient exactement les matières des nouveaux programmes qui vont être suivis dans nos lycées ». Il n'existerait d'ailleurs, d'après lui, aucun petit livre, comme le sien, contenant « à côté des notions pratiques les plus importantes, les considérations théoriques qui permettent de les comprendre et de les appliquer ». C'est peut-être aller un peu loin : il n'y en a plutôt que trop, à notre sens, ayant cette prétention; mais il y en a peu de bons et le champ est encore libre pour une production de ce genre.

Quoi qu'il en soit, un des premiers en date pour la réalisation du nouvel enseignement annoncé, ce volume sera probablement suivi d'un certain nombre d'autres, chaque éditeur classique voulant naturellement avoir le sien. C'est donc plus que jamais l'occasion pour nos jeunes universitaires, de valeur si incontestable, de prendre et d'adopter définitivement cette précision de langage qui a manqué à leurs devanciers, dont l'électricité a été l'heureuse promotrice et sans laquelle tout n'est que chaos et mauvaise semence pour les fraîches intelligences chez lesquelles ils sont appelés à faire germer les premières notions scientifiques. Aussi bien puiseront-ils pour eux-mêmes, dans cette pratique rigoureuse, des vues plus nettes sur mainte autre branche de la physique où tout est encore à faire sous ce rapport.

Qu'il soit dès lors permis à un vieux routier sans prétention pédagogique de jeter ici, à leur intention et sans phrases, quelques modestes conseils dictés par une longue expérience des hommes et des livres : —

Bien différencier, à propos des systèmes de mesures, les expressions « absolus » et « C.G.S. » et ne pas les laisser prendre l'une pour l'autre.

Malgré une distinction intentionnelle, ne pas confondre « travail » et « puissance » et, par suite, ne pas définir celle-ci comme du travail par seconde. Toute question d'homogénéité dans les formules mise à part, la puissance n'est pas plus du travail que la vitesse n'est de l'espace; l'une est le quotient d'un travail par un temps employé à l'effectuer ou à l'absorber, comme l'autre est le quotient d'un espace par un temps mis à le parcourir. Au compte de cette définition, le travail par minute ou par heure ne serait-il donc pas aussi de la puissance? — Ne jamais introduire d'ailleurs une unité quelconque dans la définition d'une quantité physique qui doit subsister envers et contre toute unité choisie.

Harmoniser en tout cas les unités avec les définitions et ne pas exprimer des résistivités en ohms, etc., mais bien en ohms-centimètres, etc.

Si l'on tient absolument à différencier le travail et l'énergie, tâcher au moins de faire comprendre cette différence un peu subtile et surtout ne pas affecter, sans explication préalable, l'expression de « travail » au travail mécanique exclusivement.

Noter, dans le même ordre d'idées, qu'un kilogramme-*poids* agit et ne tombe pas; c'est le kilogramme-*masse* qui peut tomber.

Ne pas écrire « la loi *de* Ohm » et « *l'*ohm est l'unité pratique de résistance ». Il n'y a pas plus d'*h* aspirée dans l'un que dans l'autre. — Ne pas écorcher d'ailleurs, en général, les noms propres tels que Kirchhoff, etc.

Bien se méfier des importunes virgules typographiques qui, à quelques lignes de distance, font donner pour l'accélération de la pesanteur à Paris 9,81 m : s² et pour la vitesse de la lumière 300,000 km : s.

Telles sont les principales observations que nous a suggérées la lecture hâtive de ce petit volume.

Que les auteurs de l'avenir s'en inspirent et ils auront la gloire de contribuer à une véritable restauration scientifique désormais inéluctable, malgré les récalcitrants. E. B.

Le Volta, Annuaire de renseignements sur l'Électricité et les Industries annexes. — *Société fermière des Annuaires*. Paris, 1902.

« C'est pour la troisième » et espérons que ce ne sera pas la dernière « publication ». Que dire, en conséquence, de nouveau sur cet énorme Bottin scientifique, sinon que, comme Bottin, il remplit consciencieusement son devoir en signalant, à propos de chaque appareil ou application électrique, toutes les maisons qui s'en occupent industriellement et commercialement; mais que, par contre, l'auteur a, au point de vue scientifique, su faire une sélection des plus heureuses parmi les ouvrages auxquels il a emprunté ses documents. Il a ainsi constitué un tout assez homogène pour mériter cette facétieuse mais vraie appréciation qu'à lui seul il *vaut l'tas* de livres dont il est composé; d'où son nom et son succès. E. B.

La théorie de l'accumulateur au plomb, par Dolezalek. — Traduction de l'allemand, chez *Ch. Béranger*, éditeur. Paris, 1902. (Prix : 8 fr.)

Comme nous avons eu plusieurs fois déjà l'occasion de le constater, l'étude de l'accumulateur au plomb, employé chez nous au moins autant qu'ailleurs, est ici depuis longtemps abandonnée, à en juger par l'absence à peu près complète de publications en ce qui le concerne. Il n'en est pas de même ailleurs et notamment en Allemagne où, d'une manière générale, on travaille plus qu'en France, et il ne faut rien moins que la Préface de ce livre pour révéler à beaucoup d'entre nous les travaux récents de Elbs, Heim, Grünwald, Schoop, Hoppe, etc., dont non seulement le fonds échappe à notre ignorance des langues étrangères, mais dont nous ne soupçonnons même pas l'existence. Quel que puisse être d'ailleurs le mérite de ces œuvres, nulle d'entre elles ne paraît avoir encore, avant celle-ci, cherché à soumettre à l'épreuve des nouvelles théories de la chimie physique les phénomènes de l'accumulateur au plomb. Or ce premier essai tend précisément à montrer que ces nouvelles théories ne s'appliquent nulle part mieux qu'à cet intéressant appareil et cette heureuse application devient elle-même un criterium de leur fécondité.

Passant à cet effet en revue les différentes théories chimique, thermodynamique et osmotique de la production du courant, et étudiant dans tous leurs détails les divers phénomènes et constantes en jeu dans le fonctionnement de ces appareils, l'auteur arrive à cette démonstration que la théorie de la sulfatation résiste victorieusement jusqu'ici à toutes les attaques. Pour peu nouvelle que soit cette théorie, sa confirmation constitue une étape de plus dans la voie de la vérité, et les développements qui conduisent à ce résultat méritent tout particulièrement l'attention des spécialistes.

Bien que restée un peu trop allemande dans ses notations, comme dans sa forme générale, au point de nous donner en allemand les titres d'ouvrages originairement parus en d'autres langues, cette traduction est des plus instructives et était due à l'ouvrage. Nous en remercions M. Liagre. E. B.

Les canalisations électriques, par Teichmüller. — Traduction de l'allemand, chez *Ch. Béranger*, éditeur. Paris, 1902.

Les canalisations électriques sont décidément à l'ordre du jour : après les études de MM. Charpentier, Loppé, Pionchon et Heilmann, voici, sous la plume d'un professeur à l'École supérieure technique de Karlsruhe, un nouveau volume qui nous présente l'état actuel de la question en Allemagne, ou du moins une première partie du sujet, ce volume ne contenant encore, suivant son sous-titre, que les « Fonctionnement et Calcul des canalisations à courant continu ».

Après une introduction sommaire indiquant le but de son ouvrage, l'auteur le divise en quatre parties principales suivies d'un appendice. Ces quatre parties visent respectivement : l'Influence du courant sur les conduites (nom préféré par le traducteur à celui de conducteurs ou ou canalisations); — l'Influence des canalisations sur le fonctionnement des récepteurs de courant, comprenant l'étude des canalisations dites élastiques et de celles dites inélastiques ; — l'Étude des canalisations inélastiques au point de vue de l'économie (les conduites élastiques étant plutôt régies par la question de tension); — et, finalement, les Conduites pour voies électriques.

Quant à l'Appendice, intitulé « Conduites d'équilibre », c'est la reproduction, très bien placée d'ailleurs, d'un rapport de l'auteur à l'Association des électriciens allemands à Kiel, en 1901.

Une des particularités de ce livre est le rôle prépondérant qu'y donne l'auteur à la loi de superposition des courants, encore peu connue chez nous. Il n'emploie d'ailleurs les procédés graphiques qu'à titre d'explication et n'y recourt jamais pour obtenir des valeurs réelles.

Très intéressant en lui-même, ce volume gagnerait encore à une plus parfaite francisation à tous égards: mais c'est toujours là la grande difficulté de la traduction, et il ne faut pas se montrer trop exigeant si l'on ne veut pas dégoûter les rares hommes de bonne volonté. — Remerciements donc et encouragements à M. Breuil pour sa prochaine entreprise des canalisations à courant alternatif. E. B.

L'électricité déduite de l'expérience et ramenée au principe des travaux virtuels, par Carvallo. Scientia, chez *Naud*, éditeur. Paris, 1902. (Prix : 2 fr.)

19e numéro de la série physico-mathématique de cette remarquable collection, ce fascicule, comme ses devanciers, provoque plus, je l'avoue, à ma honte, le respect que l'affection. Inspiré par le désir commun à nos grands physiciens et mathématiciens actuels d'améliorer et d'élucider l'œuvre de Maxwell, il a pour base les équations de Lagrange et aboutit à présenter la théorie de Maxwell comme le complément et le couronnement de celle d'Helmholz.

Je pense avec ces trois noms, précédés de celui de M. Carvallo, avoir suffisamment alléché les amateurs enviés de ces grands tournois scientifiques et me retire humblement en félicitant, une fois de plus, l'éditeur des brillants concours dont il sait s'entourer. E. B.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

317 325. — **Keyser.** — *Procédé de fabrication d'électrodes en carbure pour lampes* (27 décembre 1901).

317 345. — **Cuenod.** — *Lampe à arc pour courant alternatif* (28 décembre 1901).

317 353. — **Keyser.** — *Procédé de fabrication d'électrodes en carbure de grande conductibilité pour lampes à arc* (28 décembre 1901).

317 368. — **Hegner.** — *Perfectionnement à l'éclairage électrique par incandescence* (30 décembre 1901).

317 373. — **Houbois.** — *Support pour réflecteurs en verre argenté ou opalisé de lampes à incandescence* (30 décembre 1901).

317 374. — **Kœchlin.** — *Nouveau système de lampe à arc en vase clos* (30 décembre 1901).

317 443. — **Isham fils.** — *Perfectionnements apportés aux compteurs marqueurs* (31 décembre 1901).

317 513. — **D'Andrimont.** — *Système d'anode* (3 janvier 1902).

317 551. — **Friese.** — *Pile électrique avec fermeture en liège et parties interchangeables* (6 janvier 1902).

317 552. — **De Sedneff.** — *Accumulateur électrique* (6 janvier 1902).

317 565. — **Brault de Bournonville.** — *Accumulateur électrique à électrodes horizontales formées d'assiettes poreuses supportant la matière active* (16 janvier 1902).

317 609. — **Senstius.** — *Inducteur à saturation différentielle muni d'un régulateur magnétique de flux.*

317 621. — **Oppermann.** — *Perfectionnements dans les accumulateurs* (8 janvier 1902).

317 560. — **Société d'électricité Alioth.** — *Système de réglage de la tension dans les installations électriques de distribution à courant continu, avec alimentation par dynamos et accumulateurs* (6 janvier 1902).

317 622. — **Hackethal.** - *Isolateur* (8 janvier 1902).

317 527. — **Société Siemens et Halske.** — *Procédé pour la fabrication de lampes électriques à incandescence à faible consommation* (4 janvier 1902).

317 596. — **Roche.** — *Coupe-circuit pour appareils électriques portatifs* (7 janvier 1902).

317 749. — **Mayberry.** — *Système de téléphonie* (14 janvier 1902).

317 780. — **Murray.** — *Perfectionnements dans la télégraphie électrique* (14 janvier 1902).

317 785. — **Ducretet et Gaillard.** — *Microphone pour forts courants* (15 janvier 1902).

317 634. — **Mathias.** — *Perfectionnements aux accumulateurs électriques* (9 janvier 1902).

317 653. — **Bastian.** — *Perfectionnements apportés aux compteurs électrolytiques d'électricité* (9 janvier 1902).

317 669. — **Chevrier.** — *Graduateur de tension* (10 janvier 1902).

317 682. — **Durand.** — *Interrupteur de lumière électrique ou de transport de force* (11 janvier 1902).

317 665. — **Sautter, Harlé et Cie.** — *Nouveau système de locomobile électrique à pétrole ou à alcool* (10 janvier 1902).

317 752. — **Moseley.** — *Perfectionnements aux timbres à date et à heure* (14 janvier 1902).

317 798. — **Descotes.** — *Appareil récepteur fonctionnant dans toutes les positions soit comme indicateur, soit comme allumeur, etc.* (15 janvier 1902).

317 812. — **Fournier.** — *Accumulateur électrique à électrodes en charbon système Fournier* (17 janvier 1902).

317 826. — **Loppé.** — *Dispositifs pour obtenir une force électro-motrice ayant de faibles variations ou mêmes constantes, d'un moteur à vitesse très variable* (16 janvier 1902).

317 962. — **Galy et Rain.** — *Accumulateur léger* (21 janvier 1902).

317 866. — **Higginson.** — *Commutateur électrique* (17 janvier 1902).

317 800. — **Lefebvre et la Société A. Thirion et fils.** — *Système de commande des pompes mobiles par l'électricité* (16 janvier 1902).

317 845. — **Société anonyme des anciens établissements Parvillée frères et Cie.** — *Filament pour lampes chauffantes et autres* (17 janvier 1902).

318 007. — **Maiche.** — *Nouveau mode de transmission et de réception des courants télégraphiques et téléphoniques, sans autre conducteur que la terre et l'eau* (23 janvier 1902).

318 046. — **Lorain.** — *Système de potelets métalliques combinés pour supports de lignes télégraphiques, téléphoniques, etc.* (24 janvier 1902).

317 989. — **Société Sautter, Harlé et Cie.** — *Nouvelle machine dynamo-électrique polymorphe et ses applications* (22 janvier 1902).

318 001. — **Lamme.** — *Perfectionnements dans les enroulements pour les machines électriques* (22 janvier 1902).

318 025. — **Warnon.** — *Nouvelle construction des piles sèches* (24 janvier 1902).

318 080. — **Société Le Carbone.** — *Électrode dépolarisante à matière active amovible* (25 janvier 1902).

318 132. — **Lammerts.** — *Perfectionnements aux accumulateurs portatifs* (27 janvier 1902).

318 215. — **Sautter, Harlé et Cie.** — *Nouveau système d'appareil automatique destiné au couplage en parallèle des machines électriques* (30 janvier 1902).

317 995. — **Levin.** — *Compteur-moteur à courant alternatif à charge anti-inductrice* (22 janvier 1902).

318 042. — **Risacher et Hebert.** — *Interrupteur à rupture rapide sans ressorts* (24 janvier 1902).

318 133. — **Jacomin.** — *Interrupteur-commutateur pour lumière et bouton d'appel* (27 janvier 1902).

318 134. — **Ginies.** — *Commutateur à un nombre indéfini de directions* (27 janvier 1902).

317 983. — **Laurent.** — *Nouvelle brosse destinée au nettoyage des lampes électriques à incandescence* (22 janvier 1902).

317 991. — **Herrgott.** — *Nouveau tissu électrique chauffant* (22 janvier 1902).

318 010. — **Siemens et Halske.** — *Lampe à arc à haute tension* (23 janvier 1902).

318 035. — **Weissmann.** — *Système de montage et de connexion des lampes électriques à incandescence* (24 janvier 1902).

318 093. — **Lagarde.** — *Lampe électrique portative* (25 janvier 1902).

318 123. — **Phillips.** — *Peignoir de sudation à chauffage électrique* (27 janvier 1902).

318 135. — **Mollard.** — *Tracteur électrique pour le halage des bateaux* (27 janvier 1902).

318 146. — **The Yost Miller C°.** — *Perfectionnements aux douilles de lampes à incandescence* (27 janvier 1902).

318 190. — **Roquet-Lalanne.** — *Appareil et dispositif permettant l'emploi des lampes à basse tension sur les distributions électriques à tension moyenne* (*100 à 120 volts*) (29 janvier 1902).

318 255. — **Cerebotani et Baumer.** — *Commutateur pour installations téléphoniques et télégraphiques* (31 janvier 1902).

318 304. — **Lambert.** — *Commutateur pour bureaux de téléphone avec mise en circuit et mise hors circuit automatiques du récepteur de l'employé* (1er février 1902).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie de Signaux électriques pour chemins de fer. — Cette Compagnie a été constituée le 13 février 1902. Elle a pour objet : l'exploitation en France, dans ses colonies et pays de protectorat, et en Suisse, de tous brevets d'invention relatifs aux signaux du système *Hall*; l'exploitation dans les mêmes pays de tous autres systèmes et procédés relatifs aux signaux électriques ou autres et aux appareils de manœuvre de chemin de fer; l'obtention, l'achat et la vente de tous brevets d'invention, licences et procédés relatifs aux mêmes signaux et appareils; la construction, l'achat, la vente et la location de tous appareils pour l'actionnement des signaux ou autres appareils de chemins de fer; la participation, sous toutes formes quelconques, à toutes entreprises et opérations de même nature que celles de la Société; et généralement toutes opérations industrielles, commerciales et financières pouvant être nécessaires ou utiles à la réalisation des affaires de la Société.

La Société s'interdit toutes entreprises d'éclairage électrique, de transport de force par l'électricité et de traction électrique.

Le siège social est à Paris, rue Lafayette, n° 20; il pourra être transféré en tout autre endroit à Paris, par simple décision du Conseil d'administration; et en toute autre ville de France, en vertu d'une décision de l'Assemblée générale.

La durée de la Société est fixée à cinquante années à compter du jour de sa constitution définitive.

La Société d'Applications industrielles apporte à la présente Société :

1° Les études, soins, travaux et démarches de toute nature faits en vue de la constitution et de l'organisation de la Société et afin d'assurer son fonctionnement. — 2° Le bénéfice de tous accords en vue d'assurer la transmission à la Société, de tous traités de fournitures diverses et d'entretien de signaux.

En représentation et pour prix de cet apport, il est attribué à la Société apporteuse, 600 parts de fondateur, faisant partie de 3000 parts créées et donnant droit à 50 pour 100 des bénéfices de la Société, suivant la répartition de l'article 39 des statuts.

La Société *The Continental Hall Signal Company* apporte à la présente Société : les brevets d'invention et les biens suivants appartenant à la Société apporteuse savoir : 1° Cinq brevets d'invention français, pour manœuvre automatique des signaux de chemins de fer, savoir : N° 208 264, du 16 septembre 1890; n° 230 113, du 16 mai 1893; n° 241 633, du 25 septembre 1894; n° 243 761, du 18 décembre 1894; n° 245 792, du 14 mars 1895. — 2° Le brevet d'invention français dont la demande a été déposée le 6 juillet 1901, pour le moteur de signal (sémaphore ou autre). — 3° Quatre autres brevets français nouveaux Hall, dont la demande a été déposée le 13 juillet 1901, et relatifs à des combinaisons de circuits permettant d'économiser des fils isolés et même de les supprimer totalement. — 4° Trois brevets d'invention français Taylor, pour manœuvres électriques et enclenchement d'aiguilles et signaux de chemins de fer, savoir : n° 285 674 du 7 février 1899; n° 285 767 du 10 du même mois; n° 285 768 du même jour, et les trois brevets d'invention Taylor demandés en France les 22 et 27 juin et 5 juillet 1901. — 5° Les cinq brevets d'invention Hall demandés en Suisse les 7, 14, 15, 21 et 30 janvier 1901, savoir : dispositif pour l'actionnement électrique des signaux pour voies de chemins de fer; dispositif pour l'actionnement électrique des signaux, sans emploi de fils de ligne; système pour exciter ou neutraliser le circuit d'actionnement électrique des signaux de chemins de fer; dispositif pour réduire le nombre de fils de ligne; appareil pour l'actionnement des signaux de chemins de fer. — 6° Les quatre brevets d'invention Taylor demandés en Suisse les 5 et 13 février 1901, pour : moteur d'aiguille, avec commutateurs; moteur de signal avec commutateurs; sélecteurs pour sémaphores à plusieurs palettes mues séparément par un seul moteur; table d'enclenchement électro-mécanique, avec indicateur de retour et circuits appropriés. — 7° L'obligation de fournir à la présente Société, et de lui transmettre sans rétribution d'aucune sorte, pour la France, les colonies et pays de protectorat, et pour la Suisse, tout brevet nouveau ou brevet de perfectionnement qui serait pris dans l'avenir, par la Société apporteuse et se rapportant à l'objet de la présente Société; cette obligation ne s'appliquera pas aux brevets que la Société apporteuse pourra acquérir à titre onéreux, mais dans ce cas, cette dernière Société donnera son concours à la présente Société pour lui permettre l'acquisition de ces brevets pour les pays cidessus indiqués; et en cas de vente ou d'apport des brevets indiqués ci-dessus, pour tous autres pays que la France et la Suisse, la Société

apporteuse sera tenue d'imposer à son cessionnaire, l'obligation d'exécuter les stipulations de la présente clause. — 8° La substitution, pour les mêmes pays, dans le privilège exclusif, tel qu'il a été concédé à la Société apporteuse par *The Hall Signal Company* de prendre les brevets nouveaux qui seraient obtenus par cette dernière Société. — 9° Le bénéfice de tous traités qu'elle a pu passer pour la fourniture de tous matériaux, instruments, modèles et plans, et pour l'entretien de signaux de toute ligne de chemins de fer. — 10° Enfin, le bénéfice de toutes affaires nouvelles que la Société apporteuse a pu ou pourra conclure en France et en Suisse, et qui ne seraient pas encore entrées en voie d'exécution à la date de la constitution de la présente Société.

En représentation et pour prix de cet apport, il est attribué à *The Continental Hall Signal Company* : 1° 1750 actions de 100 fr entièrement libérées de la présente Société. — 2° Et 2400 parts de fondateur, formant le complément des 3000 parts créées sous l'article 8 des statuts.

Le fonds social est fixé à six cent mille francs, divisé en 6000 actions de 100 fr chacune; 1750 de ces actions ont été attribuées à *The Continental Hall Signal Company*; les 4250 autres actions sont à souscrire en espèces.

Le capital social pourra être augmenté.

Chaque action donne droit à une part égale dans les bénéfices et dans la propriété de l'actif social.

Dans toute augmentation de capital, par la création d'actions à souscrire en espèces, les attributaires et souscripteurs des 6000 actions représentant le capital originaire auront pour moitié, un droit proportionnel de préférence à la souscription au pair, des actions représentant chaque augmentation de capital. Ce droit s'exercera suivant le mode, les conditions et les délais fixés par le Conseil d'administration, pour chaque augmentation. Il sera représenté par 600 titres, au porteur, donnant droit chacun à 1/600° de la totalité du droit de préférence.

Ces titres seront répartis : aux actionnaires, à raison d'un titre pour 20 actions; et aux attributaires de part, à raison d'un titre pour 10 parts. Ils pourront être réunis ou fractionnés suivant la forme, dans la proportion et aux conditions fixées par le Conseil.

Il est en outre créé, sous la dénomination de *parts de fondateur*, 3000 titres, donnant droit chacun à 1/3000° de 50 pour 100 des bénéfices sociaux suivant la répartition de l'article 39 des statuts.

Ces parts ont été attribuées, comme il est dit ci-dessus, savoir : 600 à la « Société d'Applications industrielles », et 2400 à *The Continental Hall Signal Company*.

Les parts de fondateur peuvent toujours être rachetées, en totalité ou en partie, en vertu des décisions de l'Assemblée générale; mais le rachat n'est obligatoire, pour les porteurs de parts, qu'après l'expiration de la sixième année du jour de la constitution de la Société, ou avant ce délai, en cas d'augmentation du capital social.

Le prix du rachat, s'il est obligatoire, sera fixé, pour chaque part, à 15 fois son produit moyen annuel calculé sur tous les dividendes annuels répartis, non compris le moins élevé; il sera au moins de 125 fr; il donnera droit à la Société, dans tous les cas, à la jouissance courante des parts rachetées.

La délibération de l'Assemblée décidant le rachat obligatoire, la fixation du prix et la date du payement sera publiée dans un journal d'annonces légales, à Paris. A partir de la décision de rachat, les porteurs de parts n'auront plus droit qu'au prix de rachat.

Les bénéfices afférents aux parts rachetées seront attribués aux actions et après le rachat total, les statuts seront modifiés dans ce sens.

La Société est administrée par un Conseil composé de cinq membres au moins et de onze au plus, pris parmi les associés et nommés par l'Assemblée générale.

Les administrateurs sont nommés pour six ans, sauf l'effet du renouvellement. Le premier Conseil est nommé par l'Assemblée générale constitutive de la Société; ce Conseil se renouvelle chaque année, sur un nombre suffisant de membres pour que la durée des fonctions de chaque administrateur ne soit pas de plus de six années.

Les membres sortants sont désignés par le sort, pour les cinq premières applications, et ensuite par ordre d'ancienneté. Ils peuvent toujours être réélus.

Le Conseil peut, provisoirement et sauf confirmation par la plus prochaine assemblée, se compléter jusqu'au nombre maximum ci-dessus indiqué, et, en cas de vacance par décès, démission ou autre cause, pourvoir au remplacement de tout administrateur, pour la durée restant à courir de son mandat.

Le Conseil a les pouvoirs les plus étendus, sans limitation et sans réserve, pour agir au nom de la Société et faire toutes les opérations relatives à son objet : il touche toutes les sommes qui peuvent être dues à la Société et donne toutes quittances et décharges. Il autorise toutes mainlevées de saisies mobilières ou immobilières, d'oppositions ou d'inscriptions hypothécaires, ainsi que tous désistements de privilège et autres droits, le tout avec ou sans paiement; il consent toutes antériorités.

Il autorise toutes instances judiciaires soit en demandant, soit en défendant, et représente la Société en justice.

Il traite, transige, compromet sur tous les intérêts de la Société.

Il consent tous traités, marchés, soumissions et entreprises, à forfait ou autrement.

Il statue sur les études, plans et devis proposés pour l'exécution de tous travaux.

Il consent et accepte tous baux avec ou sans promesse de vente.

Il achète, vend et échange tous biens et droits mobiliers, et notamment tous brevets d'inventions et licences, et tous immeubles et droits immobiliers.

Il consent tous les transferts, conversions et aliénations de toutes valeurs mobilières quelconques. Il fait tous les emprunts, de la manière et aux conditions qu'il juge convenable, soit par voie d'ouverture de crédit, ou autrement; il peut faire toute émission d'obligations jusqu'à concurrence d'une somme égale au capital de la Société.

Il consent toutes hypothèques et antichrèses, tous nantissements et délégations et autres garanties mobilières et immobilières.

Il signe et accepte tous billets, traites, lettres de change, chèques et effets de commerce, il signe tous endos et acquits.

Il cautionne et avalise.

Il détermine le placement des fonds disponibles et règle l'emploi des réserves de toute nature.

Il intéresse la Société, suivant le mode qu'il juge convenable, dans toutes opérations et entreprises relatives aux affaires de la Société ou à des affaires de même nature; il concourt à la formation de toutes sociétés ou participations, fait apport de tous biens et droits de la Société; il souscrit toutes actions, commandites et participations.

Il fixe les dépenses générales d'administration.

Il nomme et révoque tous mandataires, employés et agents et détermine leurs attributions, leurs traitements, salaires et gratifications, soit d'une manière fixe, soit autrement.

Il arrête les comptes qui doivent être soumis à l'Assemblée générale, et fait un rapport sur ces comptes et sur la situation des affaires sociales.

Il propose la fixation des dividendes à répartir.

Il remplit toutes formalités et passe tous consentements pour soumettre la Société aux lois des pays dans lesquels la Société pourra opérer.



Enfin, il statue sur tous les intérêts qui rentrent dans l'administration de la Société. Les pouvoirs conférés au Conseil d'administration sont énonciatifs et non limitatifs de ses droits.

Il est nommé chaque année, en Assemblée générale, un ou plusieurs commissaires, associés ou non, chargés de remplir les fonctions déterminées par la loi du 24 juillet 1857; s'il y a plusieurs commissaires, ils peuvent agir conjointement ou séparément.

L'Assemblée générale, régulièrement constituée, représente l'universalité des actionnaires. Les délibérations prises conformément aux statuts obligent tous les actionnaires même absents, incapables ou dissidents.

L'Assemblée générale se compose de tous les actionnaires possédant 20 actions ou un nombre supérieur.

Chaque année, il est tenu une Assemblée générale, dans les six mois qui suivent la clôture de l'exercice.

L'Assemblée générale annuelle et toutes assemblées autres que celles appelées à délibérer sur les cas de constitution, modification et de dissolution, doivent être composées d'actionnaires représentant le quart au moins du capital social.

Si une Assemblée générale ne réalise pas cette condition, une nouvelle assemblée est convoquée, à quinze jours d'intervalle au moins de la première, et elle délibère valablement, quelle que soit la portion du capital représentée, mais seulement sur les objets à l'ordre du jour de la première réunion.

Les Assemblées ayant à délibérer sur des modifications aux statuts, sur la vérification d'apports en espèces ou en nature, et sur la dissolution, doivent être composées d'actionnaires représentant la moitié au moins du capital social.

L'Assemblée générale annuelle entend le rapport du ou des commissaires, sur la situation de la Société, sur le bilan et sur les comptes présentés par les administrateurs. Elle discute, et s'il y a lieu approuve les comptes.

Elle fixe les dividendes à répartir ainsi que toutes répartitions aux actions, à titre d'amortissement, sur la proposition du Conseil d'administration.

Elle nomme les administrateurs, et le ou les commissaires.

Et, en outre, l'Assemblée générale, en réunion annuelle ou extraordinaire, délibère et statue souverainement sur tous les intérêts de la Société, et confère au Conseil d'administration tous les pouvoirs supplémentaires qui seraient reconnus utiles.

Les délibérations de l'Assemblée générale sont constatées par des procès-verbaux inscrits sur un registre spécial et signés des membres du bureau.

Les copies ou extraits, à produire en justice ou ailleurs, des délibérations de l'Assemblée générale, sont signés par le président du Conseil d'administration ou par un administrateur.

Après la dissolution de la Société et pendant la liquidation, les copies ou extraits sont certifiés par deux liquidateurs ou, le cas échéant, par le liquidateur unique.

L'année sociale commence le 1er mai et finit le 30 avril. Par exception, le premier exercice comprendra le temps écoulé entre la constitution définitive de la Société et le 30 avril 1903.

Les produits nets, déduction faite de toutes les charges, de tous amortissements et notamment de tous capitaux d'emprunts, constituent les bénéfices.

Sur les bénéfices annuels, il est prélevé :

1° 5 pour 100 au moins des bénéfices pour le fonds de réserve prescrit par la loi : ce prélèvement n'est obligatoire que si le fonds de réserve est inférieur au dixième du capital social;

2° La somme nécessaire pour fournir aux actions 5 pour 100 à titre d'intérêt ou de premier dividende sur le capital réalisé et non amorti, sans que, si les bénéfices d'une année ne permettaient pas ce payement, les actionnaires puissent le réclamer sur les bénéfices des années subséquentes.

Il est alloué 15 pour 100 du surplus au Conseil d'administration.

L'excédent est réparti :

50 pour 100 aux actions, 50 pour 100 aux parts de fondateur.

Sur les 50 pour 100 revenant aux actions, il peut être prélevé toutes sommes que l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, juge utile d'affecter à la formation de toutes réserves extraordinaires ou spéciales, et notamment pour l'amortissement des actions.

Après leur amortissement intégral, les actions seront remplacées par des actions de jouissance, nominatives ou au porteur, portant les mêmes numéros, et ayant, sauf le droit au remboursement et aux intérêts, les mêmes droits que les actions primitives.

L'Assemblée générale peut, sur l'initiative du Conseil d'administration, apporter aux présents statuts les modifications dont l'utilité sera reconnue.

Elle peut décider notamment : l'augmentation du capital social, en une ou plusieurs fois, soit par voie d'apport, soit contre espèces; la réduction du capital social, même par rachat d'actions; la prolongation, la réduction de durée ou la dissolution anticipée de la Société, ou la fusion avec une autre Société; le transport ou la vente à tous tiers, ainsi que l'apport à toute Société, de partie ou de l'ensemble des biens, droits et obligations tant actifs que passifs de la Société.

Les modifications peuvent même porter sur l'objet de la Société, mais sans pouvoir le changer complètement ou l'altérer dans son essence, et spécialement sans pouvoir étendre son action à d'autres pays que ceux indiqués à l'article 3 des statuts, ni modifier l'interdiction contenue au dernier paragraphe du même article.

En cas de perte de la moitié du fonds social, les administrateurs doivent convoquer l'Assemblée générale de tous les actionnaires, à l'effet de statuer sur la question de savoir s'il y a lieu de prononcer la dissolution de la Société.

A l'expiration de la Société ou en cas de dissolution anticipée, l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, règle le mode de liquidation et nomme, s'il y a lieu, les liquidateurs dont un au moins sera choisi parmi les membres du Conseil d'administration en exercice au moment de la dissolution de la Société.

Pendant la liquidation, les pouvoirs de l'Assemblée générale continuent comme pendant l'existence de la Société; elle approuve les comptes de liquidation et donne décharge aux liquidateurs.

Les liquidateurs ont mission de réaliser, même à l'amiable, tout l'actif mobilier et immobilier de la Société et d'éteindre tout le passif, et, en outre, avec l'autorisation de l'Assemblée générale et aux conditions fixées ou acceptées par elle, ils peuvent faire le transport ou la cession à tous particuliers ou à toute Société, soit par voie d'apport contre espèces ou contre titres entièrement libérés, soit autrement de tout ou partie des droits, actions et obligations de la Société dissoute.

Après l'extinction du passif, le solde de l'actif sera employé d'abord au payement aux actionnaires de sommes égales au capital versé sur les actions et qui n'auraient pas été amorties. Et le surplus, s'il y en a, constituant des bénéfices, sera réparti conformément à l'article 30, c'est-à-dire 15 pour 100 au Conseil d'administration en exercice, et sur le solde : 50 pour 100 aux actions et 50 pour 100 aux parts de fondateur.

Les administrateurs nommés par la deuxième Assemblée générale constitutive sont : MM. Bernheim, Cambefort, Hirsch, Neelmans, Parsons, Postel-Vinay et Rœderer.

Ont été nommés commissaires par la même Assemblée : MM. André Alexandre et André Goldschmidt.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

48616. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



11e Année. — N° 255. 10 Août 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Congrès de la houille blanche (7-13 *septembre* 1902). — Depuis les expériences de Marcel Deprez entre Vizille et Grenoble en 1883 et les découvertes de Moissan, l'électricité a conquis dans le domaine industriel une place qui a rapidement dépassé toutes les prévisions.

Au moyen de l'électricité on a pu mobiliser l'énergie, la transporter au loin en masse, ou la subdiviser avec une merveilleuse souplesse, en distribuant la force et la lumière dans chaque domicile, loin des grands ateliers et des agglomérations malsaines.

Avec l'électricité, la chimie, la métallurgie ont vu s'ouvrir devant elles un champ nouveau, inaccessible auparavant, presque indéfini par son ampleur et ses perspectives.

L'attention des industriels s'est aussitôt portée sur les sources naturelles d'énergie : la houille blanche et les chutes d'eau dont notre pays est mieux pourvu que de charbon. — D'énormes usines se sont établies en quelques années (*plus de* 200 000 *chevaux en* 20 *ans*), au prix de capitaux considérables. — En même temps, l'aménagement de ces ressources naturelles sollicitait l'étude des économistes et des administrateurs, car il fallait faciliter l'utilisation immédiate de cette richesse sans compromettre témérairement l'avenir, et en conciliant les intérêts généraux du pays avec les droits acquis des particuliers et les nécessités de l'industrie.

Après l'effervescence et les tâtonnements du début, on peut déjà mesurer le chemin parcouru et enregistrer les données techniques ou économiques qui sont acquises aujourd'hui dans l'utilisation industrielle des eaux. Il y a un intérêt évident à mettre sous les yeux de tous ceux que l'activité nationale préoccupe ce qui est fait déjà dans ce sens, ce qui peut se faire de suite, ce qui pourrait encore se faire; à provoquer un exposé complet des conditions techniques de captage, de mise en œuvre et d'utilisation de l'énergie hydraulique, à ouvrir une libre et large discussion sur les systèmes économiques susceptibles de favoriser, dans le présent et dans l'avenir, la prospérité et le bon emploi des chutes d'eau.

Le Syndicat des propriétaires et des industriels possédant ou exploitant des forces motrices hydrauliques, fondé en 1901, à Grenoble, a cru ne pas pouvoir mieux répondre à sa mission qu'en provoquant la réunion d'un Congrès où ces visites, ces études seraient groupées, où ces questions seraient exposées et discutées, où la leçon de choses suivrait immédiatement les démonstrations techniques,

Ce faisant, le Syndicat n'a nullement en vue le triomphe

d'un système préalablement arrêté, la préconisation d'une solution préférée. Il désire, au contraire, attirer la libre exposition, l'impartiale discussion de toutes les opinions.

Libre de tout engagement, le Syndicat admettra et provoquera de tout son pouvoir la manifestation de toutes les idées, la discussion la plus large.

Encouragé par l'accueil qui a été fait à son projet, fort de l'appui zélé des Syndicats d'initiative du Dauphiné et de la Savoie, qui se sont empressés de faciliter l'organisation méthodique du séjour et du transport des Congressistes, ce qui permet de garantir la rigoureuse exécution du programme d'excursions, favorisé par les grandes compagnies de chemins de fer français qui ont consenti une réduction de moitié sur le prix des voyages relatifs au Congrès, le Conseil d'administration du Syndicat a l'honneur de solliciter l'adhésion des intéressés et de leur demander de vouloir bien prendre la part la plus active au Congrès en suivant ses travaux, ses visites et ses excursions.

Après sa réunion à Grenoble, le dimanche 7 septembre, et l'examen des usines environnantes, le Congrès se transportera dans les vallées du Drac, de la Romanche, de l'Arc, de l'Isère et de l'Arve, pour y visiter les chutes d'eau et les usines les plus variées et les plus intéressantes; la dislocation aura lieu à Chamonix, le samedi 13 septembre, après midi. Cependant une prolongation facultative est organisée qui permettra, dans les quatre jours suivants, de visiter les travaux du tunnel du Simplon, les nouvelles usines de la vallée du Haut-Rhône, enfin les installations électriques de Lausanne et de Genève.

Le bulletin d'adhésion devra être accompagné du questionnaire et de bulletins que l'on doit remplir afin de permettre de demander les titres de réduction de transport et de préparer d'avance chaque excursion.

Prière aux adhérents de joindre un mandat-poste ou un bon de poste de 20 fr pour faire face au moins à une partie des dépenses d'impression et de port du volume et des communications qui seront publiés et adressés à chaque adhérent. Il est nécessaire que la réponse parvienne avant le 20 août, dernier délai, au Secrétariat du Syndicat, 2, place du Lycée, à Grenoble, à qui doivent être adressées les demandes de bulletins, les adhésions, etc.

Deux grandes synthèses électrochimiques : *L'alcool industriel* et *La fixation de l'azote atmosphérique*. — On se souvient peut-être encore d'un bruit que firent courir les Américains, ou, plus exactement, que l'on fit courir en leur attribuant la paternité d'une idée absurde, invraisemblable, mais qui pouvait cependant s'accepter, à la limite, étant donnés les progrès très scientifiques et très rapides de la contrefaçon : Il s'agissait de la fabrication par synthèse des œufs de poule... artificiels. L'inventeur avait consacré plusieurs années de sa vie à des recherches fort coûteuses, la création d'une coquille présentant un aspect naturel avait été tout particulièrement difficile et onéreuse, mais tout était terminé, et avant peu, les marchés des deux mondes allaient être inondés des produits de la gigantesque couveuse mécanico-chimique américaine.

Ce n'était heureusement qu'une alarme vaine : un examen même superficiel, permet de se faire la conviction que le moyen le plus économique de produire des œufs consiste encore à élever rationnellement des poules : on s'en fait plus sûrement des rentes qu'en élevant des lapins.

Mais si l'œuf synthétique est un produit trop compliqué pour notre science, un produit biologique, un germe d'être vivant, il n'en est pas de même pour d'autres corps dont l'origine a été jusqu'ici organique ou minérale, mais qui, par leur composition simple, bien définie, peuvent ou semblent pouvoir être obtenus par synthèse, en partant des éléments simples qui les constituent. Pour deux d'entre eux au moins, la question paraît mûre et mérite qu'on l'examine avec attention. Il s'agit de l'alcool synthétique industriel, d'une part, et de la fixation de l'azote atmosphérique, d'autre part.

L'alcool synthétique est appelé à révolutionner l'industrie agricole en lui enlevant un de ses importants débouchés; la fixation de l'azote atmosphérique, en produisant des azotates à bas prix, lui fournira des engrais économiques dont elle pourra tirer profit. La question nous intéresse donc au double point de vue national et électrique, car c'est encore l'électricité qui jouera le rôle principal dans les deux grandes industries nouvelles dont nous devons envisager l'éventualité prochaine.

Alcool synthétique industriel. — La surproduction du carbure de calcium et le manque de débouchés de ce produit ont avili les prix, surtout en Amérique, où on l'obtient couramment à 200 francs la tonne.

Le carbure de calcium à bas prix, c'est l'acétylène à bas prix.

Celui-ci, traité à chaud en présence de l'hydrogène, donne l'éthylène, lequel, traité par l'acide sulfurique, fournit l'acide sulfovinique qui, saponifié, produit l'alcool ordinaire, l'alcool éthylique.

Or, d'après les chiffres publiés par M. Léon Guillet dans un récent numéro de *la Locomotion automobile*, 1 kg de carbure donne 400 g d'acétylène, et 26 kg d'acétylène fournissent 46 kg d'alcool, soit 57 litres d'alcool pur, à 100 pour 100, ou 63 litres d'alcool à 90°. Les frais de manipulations et de produits étant relativement peu élevés, il n'y a aucun doute sur la concurrence que peut faire l'alcool de synthèse à l'alcool agricole, avec du carbure de calcium à 200 francs la tonne, et, avec de l'acétylène provenant d'autres carbures permettant d'obtenir l'acétylène plus économiquement encore qu'avec le carbure de calcium.

C'est qu'en effet, les carbures de baryum, de strontium, de zirconium, de lanthane, d'yttrium, de cérium, etc., fournissent, dans leur décomposition par l'eau, outre l'acétylène, des oxydes recherchés pour d'autres industries : la baryte et la strontiane en sucrerie, en papeterie et en pyrotechnie, les terres rares pour la confection des manchons à incandescence et des bâtonnets de lampes Nernst, etc.

Si la production de ces oxydes, en passant par le carbure correspondant, donne des produits industriels purs, l'acétylène pourra n'être traité que comme un sous-produit de peu de valeur, et utilisé avantageusement pour la production de l'alcool synthétique. Attendons-nous donc, dans quelques années, à consumer, sinon à consommer, de l'Alcool des Alpes....

Fixation de l'azote atmosphérique. — Il y a quatre ou cinq ans au meeting de la *British Association* tenu à Bristol, sir William Crookes, dans son discours inaugural à titre de président, a signalé la possibilité de fixer l'azote de l'atmosphère en le combinant à l'oxygène et en mettant à profit les hautes températures que le courant électrique permet d'atteindre. Si, en fait, nous ne sommes pas noyés dans un océan de vapeurs azotiques, c'est que la combinaison de l'azote avec l'oxygène ne se produit qu'à une température très élevée, et que la chaleur dégagée par cette combinaison n'est pas suffisante pour entretenir la température à laquelle elle se produit. La combustion commencée et amorcée par la haute température développée dans l'arc électrique cesse avec le courant qui l'a provoquée, et c'est à cette circonstance très matérielle que l'homme doit de pouvoir vivre dans l'atmosphère terrestre, avec son organisme adéquat au milieu actuel.

Mais puisqu'il est possible de réaliser la combinaison de l'oxygène et de l'azote atmosphériques dans un laboratoire, ne serait-il pas possible de la réaliser pratiquement et industriellement sur une grande échelle, en mettant à profit les forces motrices naturelles dont on peut tirer l'énergie électrique à bas prix? Il ne suffit pas de poser la question pour la résoudre, mais on peut essayer, et c'est dans ce but que s'est fondée, paraît-il, en Amérique, à *Niagara Falls*, une Société au capital de 1 million de dollars (5 000 000 francs), qui doit exploiter

des brevets relatifs à l'utilisation des produits atmosphériques, c'est-à-dire la fixation de l'azote et, parallèlement, l'air liquide enrichi d'oxygène, et les multiples applications de ces produits à l'agriculture, à la science et à l'industrie. Nous n'avons pas en mains les éléments d'appréciation de ces projets... en l'air, mais il est certain que la création d'une société semblable, pure utopie il y a dix ans à peine, rentre aujourd'hui dans les choses vraisemblables, et mérite d'être encouragée si elle repose sur des bases sérieuses et ne s'adresse pas, pour constituer son premier capital, à la petite épargne ou aux bons gogos.

Au moment où l'électricité se prépare, par la synthèse de l'alcool, à réduire à néant certaines cultures, il n'est que juste que, par compensation, elle rende les autres cultures plus faciles et plus intensives en cherchant à lui fournir de l'azote assimilable.

Utopies d'hier, possibilités d'aujourd'hui, réalités de demain, telles sont les trois phases par lesquelles passent les choses que la Fée Électricité touche de sa baguette magique.

Station d'éclairage électrique de l'usine à gaz de Tunis. — Cette station électrique offre un intérêt particulier en raison de l'utilisation du coke dans le gazogène à gaz pauvre, système Pierson.

L'installation du gaz pauvre se compose des éléments suivants : deux petites chaudières de 15 m² de surface de chauffe, trois générateurs de 150 chevaux l'un, trois surchauffeurs, un barillet commun, six colonnes-condenseurs, une colonne à coke, deux épurateurs à grande surface, et un gazomètre de 250 m³. Les générateurs sont à double enveloppe et à grille horizontale. Le tuyau de sortie des gaz produits est enfermé dans un second tuyau de plus fort diamètre. L'injection du mélange d'air et de vapeur est faite dans l'espace annulaire qui résulte de la disposition de ces deux tuyaux placés concentriquement. Le gaz produit sort à une température de 450° par le tuyau intérieur. Le mélange d'air et de vapeur, injecté dans l'espace annulaire indiqué ci-dessus, récupère en partie la chaleur perdue par le gaz sortant. Ce mélange passe sous la grille, traverse la masse incandescente, et le gaz produit, sortant du gazogène, se dirige vers les condenseurs. Passant ensuite dans la colonne à coke et les épurateurs, il est conduit au gazomètre, et, de là, aux moteurs.

Les moteurs Crossley sont au nombre de quatre, d'une puissance de 105 chevaux chacun.

Le gazogène de l'usine de Tunis est alimenté par le coke tout venant de l'usine à gaz, et les moteurs sont disposés de telle façon qu'ils peuvent être alimentés, soit au gaz de houille, soit au gaz pauvre. Deux canalisations ont été établies à cet effet, et l'on peut passer d'un gaz à l'autre sans arrêter les moteurs, sans causer aucune perturbation dans la régularité de la lumière électrique.

Concours d'accumulateurs électriques du ministère de la Marine. — Dans notre numéro du 25 juin dernier, nous avons publié les résultats, ou, plus exactement, le résumé des essais d'endurance des accumulateurs expérimentés, pour le compte du ministère de la Marine, au laboratoire central d'électricité de la *Société internationale des Électriciens*. Cette publication officieuse, faite par l'un des concurrents, a valu à tous les soumissionnaires du concours la lettre suivante que notre impartialité nous fait un devoir d'insérer.

Paris, le 1er juillet 1902.

Le Ministre de la Marine à MM. les Administrateurs de . . . .

« Messieurs,

« J'ai été informé qu'un des constructeurs ayant pris part au concours d'accumulateurs électriques institué par la Marine au commencement de la présente année, a cru pouvoir écrire que le spécimen d'accumulateur livré par lui avait été classé le premier.

« J'ai l'honneur de vous faire connaître : que le rapport sur les opérations du concours en question n'est pas encore achevé ; que la Marine n'a communiqué à personne les divers résultats constatés, et, qu'en particulier, elle n'a encore établi aucun classement duquel on puisse inférer que tel ou tel constructeur mérite d'être classé avant tous ses concurrents.

« Recevez, Messieurs, etc.

Pour le Ministre et par son ordre :
Le Chef du Cabinet,
Signé : L. Tissier. »

En réponse à cette lettre émanant du chef du Cabinet du Ministre de la Marine, l'auteur de la brochure dans laquelle nous avions puisé les renseignements que nous avions publiés a cru devoir se faire connaître, c'est M. A. Heinz, l'un des concurrents, qui nous a renvoyé un nouvel exemplaire de la dite brochure, signé cette fois, et dans lequel il déclare que :

« Tous les résultats et tous les classements relatés dans cet opuscule sont établis d'après les feuilles du Laboratoire central d'électricité, feuilles que tous les concurrents étaient autorisés à copier. »

Dont acte.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Castanet (Tarn-et-Garonne). — *Traction électrique.* — Nous apprenons que la Compagnie des tramways électriques a mis à l'étude l'établissement d'une ligne dans Castanet. Celle-ci partirait de la place d'Assas pour aboutir un peu plus haut que Castanet. La nouvelle sera probablement bien accueillie dans la région.

Fontpédrouse (Pyrénées-Orientales). — *Traction électrique.* — Les études pour le projet de la ligne de tramways électriques de Joncet à Bourg-Madame se poursuivent sous la direction de M. Burnol, conducteur des ponts et chaussées, qui est chargé de faire ces opérations à Fontpédrouse et ses environs.

Joncquières (Hérault). — *Éclairage.* — Nous apprenons qu'un projet d'éclairage électrique de cette petite ville vient d'être mis à l'étude par le Conseil municipal. Nous souhaitons que ce projet aboutisse pour le bien de ses habitants et de l'industrie en général.

Lagoz (Basses-Pyrénées). — *Éclairage.* — On annonce qu'une Société va se former dans le but d'établir une usine électrique sur les bords du Gave et dans la commune d'Arance. Les dynamos seraient mises en mouvement par une chute d'eau qui existe déjà dans un moulin et qu'on améliorerait. On ignore encore la puissance que produira cette usine, mais on assure que les chefs-lieu de canton de Lagoz, d'Orthez et de Monein pourront être éclairés à l'électricité.

ÉTRANGER

Bristol (Angleterre). — *Éclairage.* — La ville de Bristol possède depuis 1893 une distribution d'électricité par courants alternatifs. Une seconde usine génératrice a été récemment construite à Aronbank ; elle produit, comme la première, du courant alternatif simple à 2000 volts et 93 périodes ; la tension secondaire est de 105 volts. Il y a aussi quelques

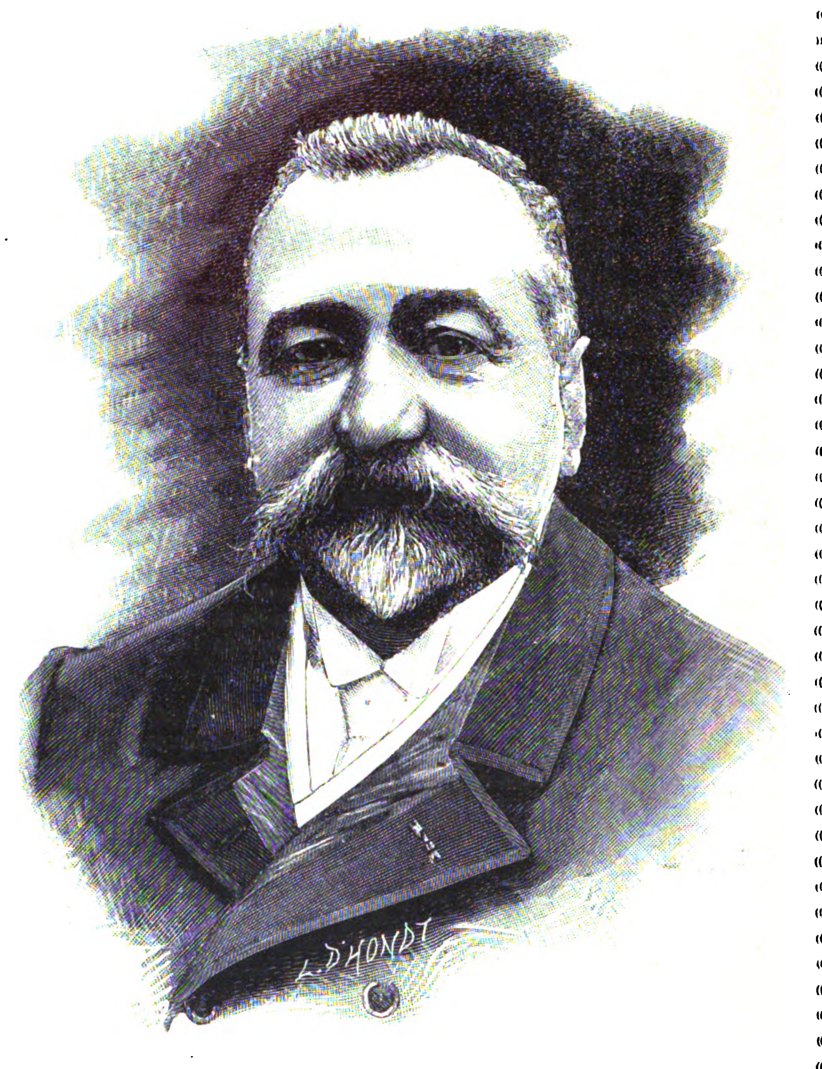
génératrices à courant continu pour l'excitation, les lampes à arc et la force motrice. La puissance totale de l'usine est de 3 150 kilowatts. Une particularité intéressante de l'installation est le transport mécanique du charbon entre la grue qui décharge les péniches et le bâtiment des chaudières. Le système appliqué est celui de la Hunt Company; la pesanteur est la seule force mise en jeu. L'usine emploie aussi, pour l'alimentation des foyers des chaudières, les chargeurs mécaniques de la même Compagnie, actionnés par un moteur Siemens de 10 chevaux.

NÉCROLOGIE

GUSTAVE TROUVÉ

Le 27 juillet dernier est mort à Paris, un électricien de la première heure, que tous ceux qui l'ont connu se plaisaient à reconnaître comme l'un des plus habiles et des plus adroits artisans de Paris.

Né en 1838, à La Haye-Descartes (Indre-et-Loire), la patrie de Descartes, G. Trouvé manifestait dès l'enfance son habileté manuelle en construisant des machines à vapeur et des bateaux à hélice, à l'heure où ses camarades du même âge songeaient surtout à jouer aux billes. Il entra aux Arts-et-Métiers et dès sa sortie construisit les merveilleux bijoux électriques qui commencèrent sa réputation. Pendant quarante années, dans son domicile-atelier-laboratoire-magasin du 14 de la rue Vivienne, il a imaginé et réalisé matériellement ses inventions qui se comptent par centaines, dépensant largement pour les dernières venues ce que lui avaient rapporté les anciennes, ne vivant, en un mot, que par et pour ses inventions. La simple énumération des appareils qu'il a imaginés et construits occuperait plusieurs colonnes de ce journal. Sa fécondité inépuisable s'étendait dans le domaine de la mécanique, de l'électricité, de l'aérostation, de la vie pratique, du théâtre, etc. On conçoit que, remuant les idées par centaines, et disposant de l'habileté nécessaire pour les mettre aussitôt à exécution, les multiples inventions de Gustave Trouvé ne pouvaient présenter toutes des mérites égaux, mérites que son cœur de père avait une tendance bien naturelle à exagérer, mais il n'en est pas moins certain qu'un bon nombre d'entre elles, d'un caractère pratique et d'une originalité incontestable, survivront et transmettront le nom de Gustave Trouvé à nos petits-enfants.



L'homme fort et vigoureux, qui semblait devoir travailler pendant de longues années encore, a été brusquement enlevé par un accident insignifiant en apparence, et que M. le Dr Foveau de Courmelles, un de ses collaborateurs et ami, décrit en ces termes :

« En mai, arrangeant un radiateur chimique ayant servi à « la cure du lupus, « sa scie dérapa et » entailla le pouce et « l'index, le pouce guérit, l'index s'enflamma. Habitué comme « tous les gens travaillant de leurs « mains à se couper, « scier ou raboter, « Trouvé ne fit d'abord nulle attention. « Devant l'inflammation croissante, il « dut cependant bientôt ne pas dédaigner le mal; on l'immobilisa, on faillit « lui couper la main... « puis tout s'arrangea. « Mais cet homme qui « n'avait jamais compté avec la maladie « et ne s'en souciait « point, l'ignorant, « alla voir quelques « amis le 14 juillet, « but des boissons glacées, prit froid dans « son lit la nuit suivante, et se réveilla « avec, à la fois, de la « congestion cérébrale « et de la congestion « pulmonaire.... On « ne put le sauver, et « le mardi 29 juillet, à « quatre heures, son « corps partait, de la « gare d'Orléans, pour « retourner dans le « pays natal, à La « Haye-Descartes. »

Gustave Trouvé était, dans la vie privée, très serviable, très bon, d'une complaisance inépuisable et d'une indulgence pour les autres au moins égale à celle qu'il avait pour lui-même. Ceux qui l'ont connu et fréquenté regretteront la disparition prématurée de ce travailleur acharné, de cet inventeur fécond qui laissera un nom dans l'histoire des inventeurs de la fin du XIXe siècle.

SUR LES APPLICATIONS

DES

TRANSPORTEURS-LOCOMOTEURS ÉLECTRIQUES

AU RACCORDEMENT DES USINES ET DES VOIES FERRÉES PAR LES RÉSEAUX DE TRAMWAYS

L'une des conséquences les plus immédiates de l'essor pris depuis quelques années par l'industrie allemande a été de modifier et d'améliorer ses moyens de transport. Des esprits judicieux et désireux de progresser ont compris que cette question a une importance toute spéciale.

En effet, toute économie réalisée par le fait de perfectionnements dans les procédés de transport se renouvelle quotidiennement; elle est indépendante de l'état des affaires et de leurs fluctuations. Quelles que soient les occupations et les préoccupations de l'intelligence qui préside aux destinées de l'usine, ou de la maison de commerce, que le directeur soit absent, malade, ou absorbé par des études techniques, par des installations nouvelles, ou par un incident quelconque, l'économie réalisée court toujours et se fait sentir sur les matières qu'amène la voie ferrée, comme sur les produits qu'elle emporte.

D'une manière générale, on peut dire que dans bon nombre de grandes villes allemandes on utilise les voies ferrées urbaines pour aider au transport des marchandises. En Alsace, en Bavière, en Westphalie ainsi que dans plusieurs villes de Saxe et de Brandebourg, on en peut voir des applications plus ou moins étendues. Mais les installations les plus sérieuses faites dans cet ordre d'idées, les types d'organisation à étudier se rencontrent à Mulhouse, à Forst dans la basse Lausitz, et à Meissen, en Saxe.

Réseau de Mulhouse. — L'objectif qu'on s'est proposé, avant tout, en organisant la traction des marchandises à Mulhouse, a été de répartir dans les différents quartiers de la ville les charbons provenant de Westphalie et amenés par voie d'eau. Les matières premières nécessaires à l'industrie de la ville consistent surtout en balles de laine et coton, arrivant par voie ferrée, dont le transbordement est chose facile.

Aussi, après quelques essais relatifs à l'emploi des trucks transporteurs, on n'a pas cru devoir chercher à résoudre les difficultés qu'on rencontrait pour les faire circuler dans certaines rues étroites, et on s'est borné au transport des marchandises sur des wagons analogues à ceux qu'emploient en France les nombreuses Compagnies de chemins de fer à voie d'un mètre.

Toutefois, en raison des courbes de très faible rayon qu'il a fallu admettre sur plusieurs points, on a dû recourir à quelques artifices spéciaux, tant pour les locomotives que pour l'attelage des wagons; on a, de plus, soin de graisser les rails dans les courbes les plus réduites, pour y faciliter le passage des véhicules.

Le réseau à voie étroite de Mulhouse est pourvu d'une suture au réseau ferré de la Compagnie des chemins de fer d'Alsace-Lorraine et de deux au réseau navigable; le développement des installations où s'effectue le transbordement est considérable. Les trains qui distribuent les matières premières aux établissements raccordés à la voie étroite empruntent presque tous la voie des tramways électriques urbains dans la principale artère de la ville (faubourg de Colmar); les uns suivent cette ligne sur une longueur de 2 à 3 km dans la direction de Pfastatt; d'autres la quittent presque aussitôt pour s'engager dans la voie qui conduit à Dornach, ou dans la rue Lavoisier; mais, par une heureuse disposition, ils attendent, sur un tronçon réservé dans la rue Franklin, le passage d'une voiture de tramway et s'engagent derrière celle-ci, en se tenant à une distance convenable pour éviter les coups de tampon; d'autres enfin traversent toute la ville pour se diriger vers le sud.

Le développement du réseau affecté aux tramways électriques et emprunté par les trains de marchandises est de 10 km.

Le tonnage annuel est d'environ 200 000 tonnes, dont 70 000 en charbons.

Les wagons portent de 5 tonnes à 7,5 tonnes et les trains sont de 5 wagons en moyenne. Il passe donc quotidiennement en ville 25 trains environ de wagons chargés, et presque autant de wagons vides.

La circulation n'en est nullement incommodée; ces trains, quoique marchant à une allure très modérée, n'occupent que fort peu de temps la chaussée en un point déterminé, et on ne peut s'empêcher de remarquer, au premier coup d'œil, l'aisance qui règne dans les rues les plus fréquentées de cette grande cité industrielle.

Chaque train représente le chargement de 15 à 20 camions ou tombereaux, et il encombre la rue moins longtemps qu'un seul de ces véhicules; il est facile d'apprécier les avantages qui en découlent.

Ce réseau donne satisfaction à des intérêts fort divers et dessert aussi bien des établissements très importants, comme l'usine à gaz, ou la maison Schlumberger fils et Cie, que des installations des plus modestes, comme celle d'un négociant en charbons de la Graue-Gasse, à l'entrée de la rue Lavoisier.

La critique la plus sérieuse qu'on puisse faire à l'organisation de Mulhouse serait plutôt un éloge, en ce sens que, en voulant mettre sur pied une entreprise d'utilité publique, on a peut-être un peu trop favorisé les établissements pourvus de raccordement, c'est-à-dire l'ensemble de l'industrie en général; il n'a pas été fait de distinction, *ad valorem*, entre les diverses marchandises; elles sont taxées à un prix uniforme. C'est une pratique généralement admise en Allemagne, contrairement au principe admis partout en France.

Réseau de Forst. — Les caractéristiques de l'installa-

tion de Forst sont l'emploi de trucks-transporteurs et l'affectation exclusive du réseau actuel au service des marchandises. Le trafic annuel est considérable et atteint 16 000 wagons de 10 tonnes; comme à Mulhouse, il se compose en grande partie de charbons.

Les raccordements industriels au réseau sont au nombre de 75; le chiffre des établissements qui en profitent est plus élevé et atteint 190; cette particularité provient de ce qu'on a bâti peu à peu de nouvelles usines à proximité de chacun de ces embranchements particuliers [1].

Le réseau a été créé par la *Localbahn Actiengesellschaft*, dont le siège est à Munich. C'est à la demande des industriels de Forst que cette Société s'est intéressée ainsi à une entreprise de nature toute spéciale, qui a complètement modifié l'aspect de la ville et amené, sans transbordement, les charbons dans les cours des fabriques et, quelquefois, jusque dans les soutes.

Service des marchandises à Meissen. — Les progrès qui ont permis d'employer l'énergie électrique à la traction des voitures à voyageurs devaient, tôt ou tard, avoir pour conséquence d'en permettre aussi l'application au transport des marchandises.

Au premier abord, ces deux questions ne paraissent pas constituer un problème du même ordre. Les uns exigent des trains légers, à grande allure; les autres, des trains plus lourds, à faible vitesse; il semble que les seconds peuvent gêner les premiers.

Ces difficultés ne sont pas des obstacles insurmontables.

Le réseau affecté aux marchandises peut différer du réseau voyageurs et n'emprunter qu'une fraction de ce dernier.

Les trains qui porteront le charbon et les matières premières dans les grands établissements industriels devront évidemment avoir pour point de départ une gare de triage contiguë à la gare aux marchandises de la voie normale; de là une voie étroite spéciale peut les amener sur la ligne périphérique posée sur les boulevards extérieurs, qu'on rencontre dans presque toutes les grandes villes. Cette dernière est généralement aménagée sur des chaussées larges et bordées d'allées pour les piétons; souvent l'accès en sera possible aux trains lourds; ils la suivront pour contourner la partie centrale de l'agglomération et quitteront ces boulevards pour pénétrer dans les faubourgs en empruntant alors les voies de tramways sur une fraction plus ou moins considérable.

La pensée d'utiliser une source d'énergie électrique, lorsqu'on la possède, ne fait que faciliter la solution de la question. Une station motrice pour voyageurs constitue un outil en quelque sorte disproportionné au travail qu'il doit effectuer. Au lieu d'être, comme d'ordinaire un moteur d'usine, calculées d'après un travail régulier à produire, quitte à donner un coup de collier s'il en est besoin, les machines d'une station de tramways sont aujourd'hui, à la suite de divers congrès et après examen sérieux, établies de manière à pouvoir fournir un effort total bien supérieur à celui qu'on leur demande aux heures de circulation la plus intense.

Ce maximum se produit les dimanches et jours fériés; grâce à la réserve d'énergie qu'on se ménage, on y peut parer, même en cas d'avarie de machine. Mais cette réserve est, comme on le voit, inutilisée en semaine, et l'adoption de la traction électrique pour les marchandises aurait l'avantage d'en assurer l'emploi. C'est ce raisonnement fort simple qu'a voulu appliquer à Meissen la Compagnie d'électricité l'Union.

L'installation qu'elle a créée pour effectuer simultanément le transport des voyageurs et celui des marchandises est très bien étudiée et d'une remarquable simplicité.

Le système adopté est le trolley; les machines, analogues comme forme extérieure à celles de la Compagnie d'Orléans dans Paris, reposent sur deux bogies, pourvus chacun de deux moteurs de 25 chevaux environ. Les trucks transporteurs sont munis de freins.

Cette organisation paraît donner toute satisfaction.

Le seul perfectionnement sérieux qu'on puisse envisager est la suppression du poids mort dans les moteurs; on est en droit de chercher à l'obtenir puisqu'il n'est plus besoin de la lourde et encombrante chaudière qui donne, en grande partie, l'adhérence aux locomotives à vapeur. Le jour où fonctionnera, dans de bonnes conditions, un transporteur-moteur, on aura évidemment réalisé un nouveau progrès.

Quels sont les enseignements à retirer des installations de Mulhouse, Forst et Meissen, et d'une manière générale, des installations faites par nos voisins?

C'est, d'une part, que la voie étroite, pour une organisation urbaine, est supérieure à la voie large. La voie étroite (c'est-à-dire l'ensemble de la voie et de son matériel), est sensiblement plus souple; on peut voir à Meissen un grand établissement raccordé à la voie large et à la voie étroite; cette dernière permet aux grands wagons de passer par des courbes de 20 et même 15 m de rayon; elle est aussi moins coûteuse d'installation puisqu'elle occasionne une moindre dépense d'établissement et d'entretien de la chaussée; de plus, et c'est là le point capital, seule elle permet d'effectuer les transports soit avec des wagons spéciaux, soit avec les wagons d'origine contenant les arrivages, c'est-à-dire sans transbordement.

Cette dernière opération est assez onéreuse pour un bon nombre de marchandises; elle entraîne souvent une dépréciation importante. A titre d'exemple, on peut citer les charbons triés, pour foyers domestiques, qui, même

[1] Ces établissements se répartissent comme suit : fabriques de draps 122, filatures 15, fouleries 12, apprêteurs 9, fabriques de machines 6, moulins à huile 2, moulins à farine 2, brasseries 2, marchands 2, syndicats de consommation 2, moulin à scories Thomas 1, fabrique de couleurs 1, gaz (usine à gaz) 1, négociant en laine 1, abattoir 1, dépôt de fil 1, lavoir 1, atelier de charpentes 1, tuilerie 1, commerce de bois 1, fabrique de colle 1, fabrique de fil 1, fonderie 1, entrepreneur de couverture 1, fabrique de poêles 1, tannerie 1.



manipulés avec soin, perdent au minimum 5 pour 100, soit 15 à 20 fr par wagon. Les charbons industriels, quoique non triés, subissent également une perte sensible.

On en citerait aisément beaucoup d'autres. Tous les produits fragiles, ou d'un paquetage délicat, toutes les marchandises qui peuvent être classées par 1er, 2e et quelquefois 3e choix, ne doivent être transbordées que par des professionnels. D'une manière générale, les expéditeurs et destinataires n'abandonnent aux Compagnies de chemins de fer que les manutentions faciles et sans importance, se réservant de faire celles qui exigent l'œil et la main des gens du métier.

Malgré cela, les Compagnies savent, par les indemnités qu'elles ont à payer de ce chef, les inconvénients que présente le transbordement de ce qui leur reste à mettre à quai, ou à charger sur les wagons.

La solution la plus pratique variera selon les cas. Mais, au point de vue du tracé des réseaux, le problème est de même nature que celui résolu à Mulhouse par l'emploi d'évitements spéciaux.

Dans les nombreuses villes où l'on a pris la voie de 1,44 m — sans trop savoir pourquoi, sauf à Paris où l'on avait un motif sérieux (1), — on pourra se résoudre à utiliser purement et simplement les voies larges de tramways et, particulièrement, en ce qui concerne le service si important des approvisionnements en combustibles industriels, y faire circuler des wagons spéciaux pouvant s'inscrire dans les courbes très réduites et passer dans la gorge du rail Broca.

Mais nous le répétons, on se trouvera dans des conditions moins avantageuses que sur les installations à voie étroite où l'on aura prévu le passage des wagons de grand gabarit (2).

En raison des considérations que nous avons exposées plus haut, une diminution quotidienne des frais de transport, si faible soit-elle, a son importance; dans l'ardente lutte commerciale qui s'engage, rien n'est à négliger de ce qui peut diminuer le travail du chef d'une usine ou d'une maison de commerce. Tout ce qui a trait au camionnage et aux chevaux est une cause de perte de temps, quelquefois de gêne, et même d'énervement, en raison de ce qu'il est souvent difficile de parer aux à-coup.

A ce titre, l'organisation d'un service régulier de marchandises, sur voie ferrée urbaine, et par les soins d'une Compagnie spéciale est un grand progrès, alors même que les transports s'effectuent, comme à Mulhouse et à Forst, à des prix voisins de ceux du camionnage.

Il a de plus l'avantage d'utiliser, en tout, ou en partie, des réseaux ferrés existants, aménagés pour donner satisfaction à d'autres besoins, mais dont l'installation est extrêmement coûteuse.

On a été lent, en France, à comprendre que ce progrès s'impose, et plus lent encore à voir qu'il y a urgence à le réaliser si nous ne voulons pas rester en retard. Voici qu'on s'occupe d'organiser un service de marchandises à Paris, à Marseille, à Reims, à Nice, etc.; il est fait de louables efforts en ce sens et ces efforts sont, nous sommes heureux de le constater, appuyés en haut lieu; on ne saurait trop les encourager.

Il est temps qu'on se mette à l'œuvre. Il y va de l'intérêt de l'industrie et du commerce qui en tireront profit, des municipalités et de l'État qui en bénéficieront également; d'ailleurs les installations leur feront plus promptement retour, si on ne tarde pas inutilement à étudier cette question et à lui donner une solution en accordant des concessions dans des conditions raisonnables là où il en sera demandé.

Les résultats déjà acquis à l'étranger ont conduit MM. Le Roy et Druart, à faire construire un transporteur-locomoteur électrique, actuellement en expérience dans la ville de Reims, et dont il nous reste à donner la description.

Transporteur-locomoteur. — Le transporteur-locomoteur est une locomotive électrique pourvue de quatre moteurs actionnant deux bogies; il se distingue franchement des tracteurs déjà construits par son aspect et par les résultats qu'il permet d'obtenir.

Destiné à remorquer, sur les voies ferrées urbaines, de petits convois de marchandises, il est né d'une conception fort simple qui est la suivante :

Puisqu'on substitue à la vapeur l'énergie électrique, l'emplacement occupé par la chaudière devient libre; l'adhérence qu'elle procurait et qu'il faut encore assurer, en l'augmentant si c'est possible, peut être obtenue en chargeant un wagon de la voie normale sur un chemin de roulement ménagé à cet effet sur le châssis principal.

Tel est le principe du locomoteur.

Les études en ont été faites par la Société Électricité et Hydraulique qui a réalisé un appareil robuste, pourvu de 24 ressorts porteurs et d'un mouvement fort ingénieux de monte et baisse des moteurs, pour permettre, au moment du chargement et du déchargement, le passage des essieux de quelques wagons spéciaux.

(1) La Compagnie des Omnibus ayant à payer une redevance *par voiture* avait intérêt à construire des véhicules à impériale qui nécessitaient une grande largeur de voie.

(2) Le transport des marchandises, dans les villes comme Paris, qui tiennent à leur cachet artistique, pourrait s'effectuer la nuit : mais il semble qu'il serait fort utile, *au point de vue de l'utilisation du matériel*, de permettre également cette circulation entre midi et une heure pendant la semaine; à ce moment, presque tout le monde déjeune; les chaussées ne sont plus encombrées par les camions et le passage des trains se ferait aisément. Cela n'aurait rien de très horripilant et il semble que les plus rigoristes en matière d'art et de perspective pourraient faire cette concession à l'industrie un peu souillon si l'on veut, surtout quand il s'agit des charbons, mais dont ils ne méprisent pas les écus quand elle les apporte.

D'ailleurs, en se plaçant à ce point de vue, il est moins choquant pour l'œil de voir passer une rame de wagons que d'avoir à subir toute la journée la vue des noirs tombereaux à charbon bien connus de ceux qui fréquentent la rue Lafayette

L'organisation de la traction mécanique des marchandises dans Paris aurait évidemment pour conséquence de rejeter sur les boulevards extérieurs le transport d'un grand nombre de denrées industrielles et commerciales.

Le nouvel appareil a été construit aux ateliers de Jeumont; il est destiné à circuler sur la voie de 1 m de largeur; c'est celle qui se prête le mieux à l'emploi des trucks-transporteurs, et qui permet de recevoir les arrivages dans les wagons d'origine, c'est-à-dire sans transbordement. C'est là un avantage considérable, inappréciable, et dont nous avons fait ressortir l'importance.

Le type de transporteur employé en Allemagne est l'appareil Langbein, composé de deux bogies séparés, dispositif ingénieux, mais qui a l'inconvénient de nécessiter des fosses de chargement, et, dans certains cas, des quais surélevés.

C'est pour y remédier que MM. Druart et Le Roy ont pensé à imiter le chariot transbordeur des gares et à en faire un transporteur. Le premier appareil qu'ils ont fait construire sur ce principe a été essayé à Reims en janvier 1901.

Le locomoteur est destiné à remorquer sur les voies ferrées urbaines des trains de transporteurs et de wagons de la voie de 1 m. Le nombre de ces véhicules sera varia-

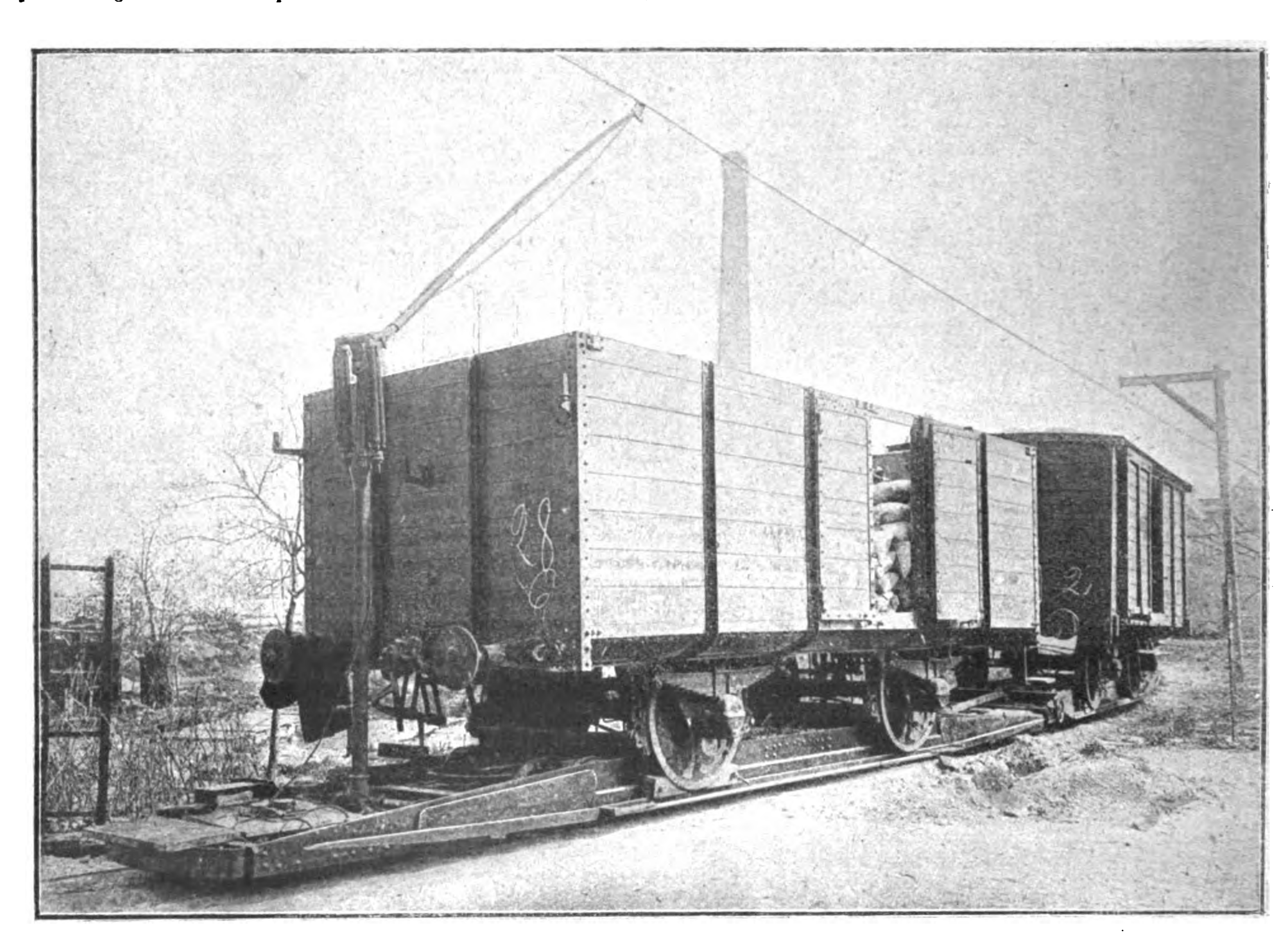


Fig. 1. — Truck-transporteur de MM. Dulait et Le Roy.

ble; il ne dépassera guère six ou sept; mais il pourra, même avec un fort chargement, être beaucoup moindre.

Le châssis des transporteurs et du locomoteur peuvent, en effet, être construits pour porter les wagons de 20 tonnes utiles qui sont aujourd'hui en faveur (la Compagnie du Nord en a déjà 7500 en service); c'est avec un wagon de 20 tonnes qu'ont été effectués, au mois de mai dernier, à Reims, les essais du nouveau locomoteur qui, dans ces conditions, pesait au total 36 tonnes et qui, par suite, avait une très bonne adhérence (fig. 1, 2 et 3).

On comprend qu'en remorquant seulement deux transporteurs chargés chacun de 20 tonnes utiles, on obtiendrait déjà, au moins pour un transport urbain, un résultat sérieux; un tel train (trois véhicules en tout) enlèverait le chargement de 30 tombereaux de 2000 kg chacun et occuperait la chaussée moins longtemps qu'un seul de ces véhicules.

Le service de marchandises qu'il est question de créer à Reims emprunterait une faible fraction du réseau des tramways électriques; il utiliserait également les voies de la Compagnie des chemins de fer de la banlieue de Reims; enfin, on ferait aménager quelques tronçons spéciaux et quelques évitements, dans le but de ne pas gêner la circulation des tramways. On imiterait en somme ce qui se pratique couramment à Mulhouse depuis plusieurs années.

En particulier, ce service comporterait la circulation des trains de marchandises à toute heure de la journée et sans horaire, mais avec les précautions que nous venons d'indiquer (il s'agit de villes de province et non de Paris).

On a en France, sur ce point, des idées fort timorées.

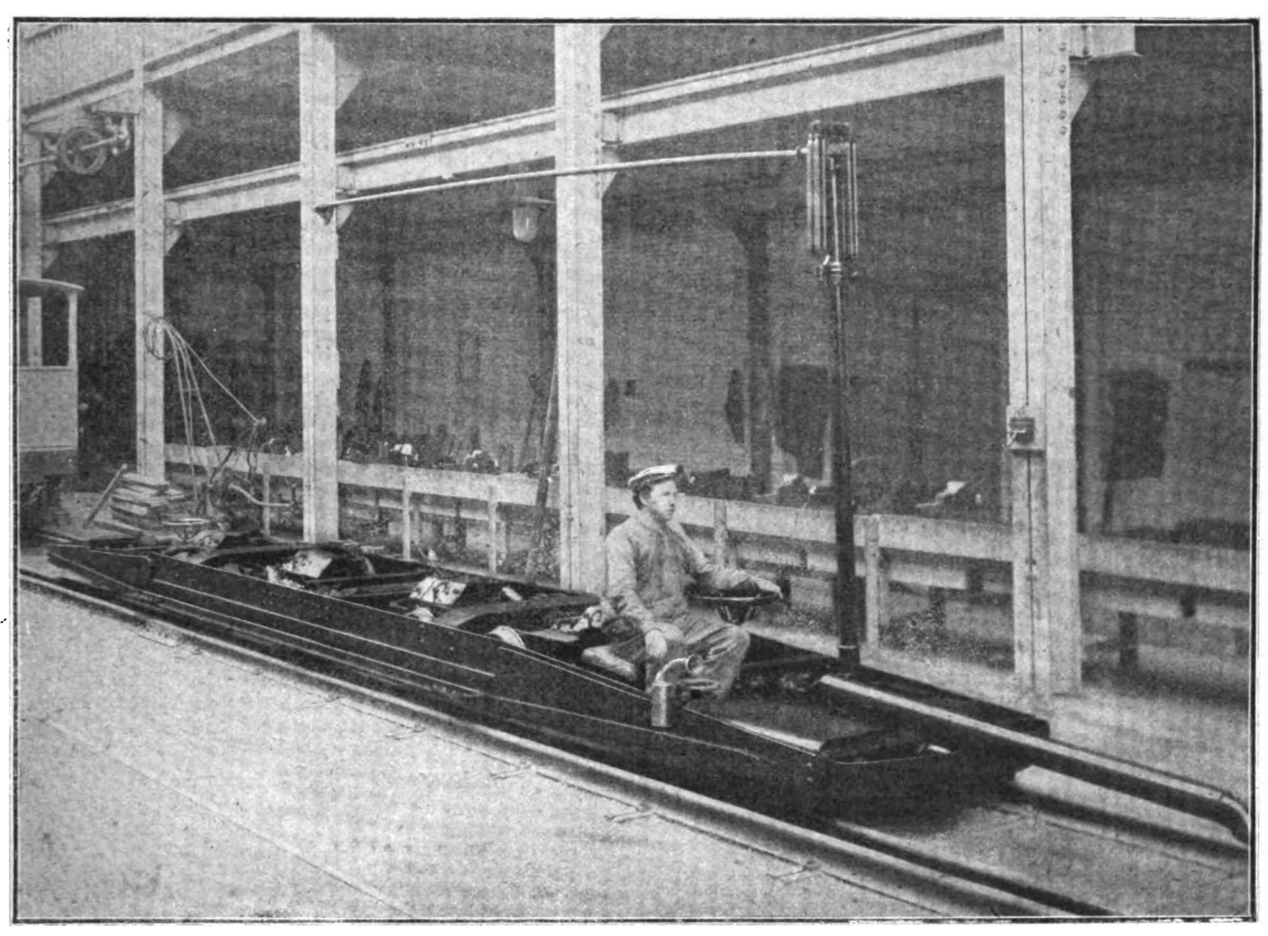


Fig. 2. — Vue d'ensemble du truck-transporteur à vide.

et la circulation de nuit, prônée en ce moment pour les marchandises, est bien la chose la plus dangereuse et la plus impraticable qu'on puisse imaginer.

Nous pensons qu'il suffira, pour mettre cette question au point, de citer l'article premier du règlement d'exploitation du service des marchandises à Mulhouse, article qui est ainsi conçu :

« Les trains de marchandises et les machines haut-le-pied des tramways de Mulhouse et des lignes de Mulhouse à Ensisheim et Wittenheim circulent entre les trains de voyageurs et les voitures électriques sans horaire fixe [1] (ohne vorgeschriebene Fahrzeiten). »

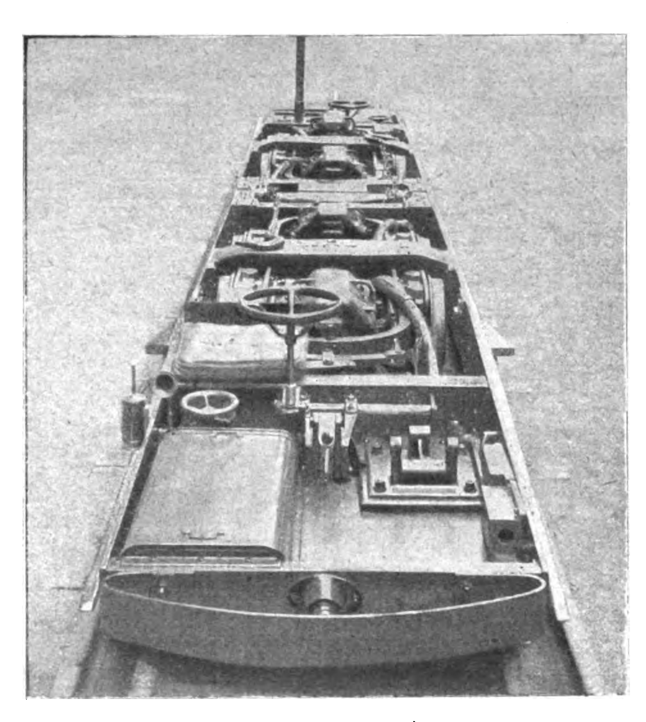


Fig. 3. — Plan du truck-transporteur.

Cette suppression d'horaire est encore bien plus logique en France, où les tarifs, établis par les Compagnies de chemins de fer peuvent être diminués, surtout en ce qui concerne les charbons, mais à la condition d'obtenir des destinataires une rapide restitution du matériel ; il ne sera pas possible d'y parvenir si les marchandises ne peuvent circuler qu'à des heures déterminées à l'avance. Le retard (ne fût-il que de cinq minutes) d'un seul wagon faisant partie d'une rame ou d'un train, aurait pour conséquence immédiate de faire perdre la prime à toute la rame ou au train entier, auxquels elle n'était accordée, naturellement,

[1] Il y a lieu de remarquer ici qu'on fait passer sur les voies de tramways de Mulhouse, *avec ce règlement*, non seulement les tramways électriques, mais *aussi les trains de voyageurs et de marchandises des lignes de la banlieue de Mulhouse*.

qu'avec stipulation de retour dans un court délai prescrit.

Le locomoteur fait partie, on le voit, d'un genre d'exploitation et d'une organisation d'ensemble dont MM. Druart et Le Roy veulent tenter l'application; il n'est pas une condition *sine quâ non* de la réussite; mais il y apporterait certainement un fort appoint. Nous avons le devoir d'encourager leur initiative. A. Z.

RÉSISTANCES EN FILS DE FER
IMMERGÉES DANS L'EAU

Tous ceux qui ont eu à procéder à des essais de génératrices à grand débit savent combien il est difficile d'installer économiquement des résistances destinées à absorber l'énergie, lors des essais en charge, lorsqu'on doit maintenir pendant un certain temps la charge constante.

Pour des tensions supérieures à 1000 volts, on peut employer des plaques de fer disposées à une certaine distance l'une de l'autre dans de l'eau pure; en établissant une bonne circulation d'eau fraîche, on peut maintenir l'intensité du courant pratiquement constante. Pour des tensions inférieures à 1000 volts cette disposition n'est pas pratique, car la résistance de l'eau pure est telle que les plaques doivent être trop rapprochées, et les court-circuits sont à craindre, principalement dans une installation provisoire.

Dans ce dernier cas, on est obligé de rendre le liquide plus conducteur, en y ajoutant du sel marin, de la soude, du sulfate de cuivre, de l'acide sulfurique, etc., et l'on peut employer des plaques en fer, en cuivre ou en plomb; mais, comme on ne peut renouveler constamment le liquide, il est excessivement difficile de maintenir l'intensité constante, quoique l'on dispose de trois moyens de réglage : 1° par écartement plus ou moins grand des plaques; 2° par immersion d'une plus ou moins grande partie de la surface de l'une de ces dernières (ou des deux à la fois); 3° par variation de densité du liquide. En outre dans une installation provisoire, on risque, par suite d'une fausse manœuvre, d'arriver à mettre les plaques au contact et à produire un court-circuit.

On peut au besoin constituer la résistance par des fils de fer portés par des isolateurs, ou des pièces de bois avec interposition de carton d'amiante, mais il faut disposer d'un espace suffisant pour pouvoir tendre ces fils. Lors des essais d'une dynamo de 360 kilowatts à 240 volts, nous avons employé des fils de fer de 5 mm de diamètre, sous une longueur de 175 m. Le courant (à 240 volts) était de 120 ampères environ et la densité de 6,11 ampères par mm². La résistance totale était de 2 ohms et la résistance pour 1 m de longueur et 1 mm² de section était, après établissement du régime permanent, de 0,224 ohm.

En supposant que la résistance du fil à 0° avait la valeur moyenne de 0,096 ohm pour 1 m de longueur et 1 mm² de section, et que le coefficient d'augmentation de température de 0,0063 par degré reste constant, on trouve que le fil avait une température de 360° C. Le fil carbonisait le bois à son contact, et nous avons dû interposer du carton d'amiante; en outre les fils s'allongeaient naturellement beaucoup sous l'influence d'une telle température et il a fallu prendre des précautions afin qu'il ne se produisît pas de court-circuits par suite de contacts entre eux.

Quand on dispose d'un courant d'eau, on peut employer le système adopté par MM. Mauduit et Boutin lors des essais des alternateurs triphasés de l'usine d'Engins. Les résistances étaient constituées par des plaques de tôle de 0,5 mm d'épaisseur découpées, de façon à ne pas interrompre leur continuité, en bandes de 9 cm de largeur. On forma ainsi 3 bandes de 17 m de longueur, reliées par l'une de leurs extrémités et maintenues à 50 cm les unes des autres par des traverses en planches sur lesquelles elles étaient clouées. Le tout fut immergé dans le canal de fuite de l'usine et maintenu en place par de grosses pierres.

La tension composée était de 132 volts et l'intensité du courant dans une des branches de 1540 ampères.

La différence de potentiel, entre les deux extrémités d'une bande de tôle (tension étoilée), était donc de $\frac{122}{1,732} = 76$ volts.

La résistance (en supposant la self-induction et l'induction mutuelle négligeables) était de $\frac{76}{1540} = 0,047$ ohm.

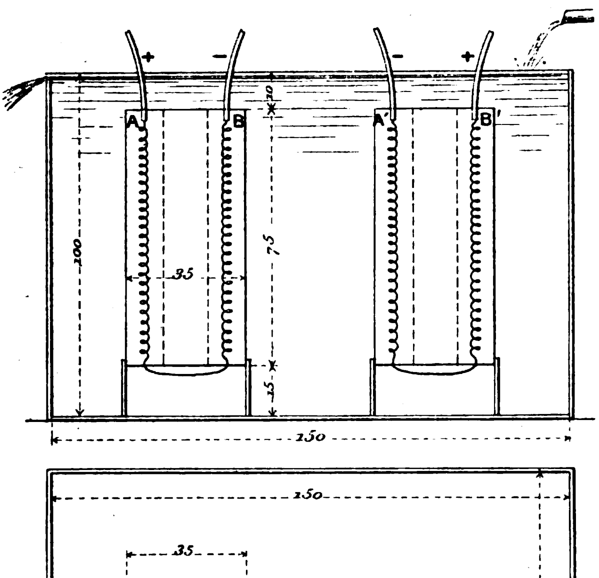
La section étant de $90 \times 0,5 = 45$ mm², la densité du courant était de 34,2 ampères par mm². La résistance pour une longueur de 1 m et une section de 1 mm², était de 0,15 ohm, ce qui donne (en faisant les mêmes hypothèses que précédemment) une température de 206° pour la tôle.

Ayant eu dernièrement à effectuer la réception d'un groupe électrogène de 450 kilowatts à 240 volts, et le cahier des charges portant un essai de douze heures consécutives à pleine charge, j'ai employé des résistances constituées par des boudins en fil de fer immergés dans l'eau, d'après le système imaginé par M. Parks Rucker, qui a publié des résultats d'essais dans l'*American Electrician* de février 1901.

Dans une grande cuve rectangulaire en bois de 1,50 m de longueur, 1 m de largeur et d'une profondeur de 1 m, étaient disposées (fig. 1) deux caisses en bois de section carrée, de 0,35 m de côté et de 0,75 m de hauteur, reposant sur le fond de la grande caisse chacune par l'intermédiaire de 4 pieds de 15 cm de hauteur. Ces dernières caisses étaient divisées par des cloisons verticales en 9 compartiments de 10,5 cm de côté, formant des sortes de cheminées pour la circulation de l'eau. Le fil de fer enroulé en boudin de 7 cm de diamètre environ était disposé de manière à occuper deux compar-

timents, une de ses extrémités était en A par exemple et l'autre en B. Les caisses cloisonnées avaient été construites pour recevoir chacune 5 résistances (la moitié de l'une aurait été placée en dehors); mais on n'a pas eu besoin d'employer autant de résistances et on en a disposé trois; en AB, en CD et en EF, de sorte que la grande cuve contenait 6 résistances.

La cuve étant pleine d'eau, le bord supérieur des caisses cloisonnées était à 10 cm au-dessous du niveau du liquide. L'eau nécessaire au refroidissement était amenée



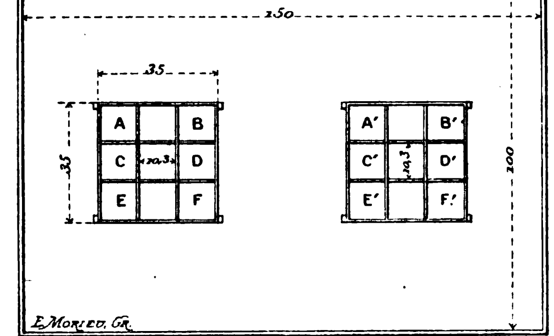


Fig. 1. — Rhéostat à conducteurs immergés dans l'eau pour fortes intensités.

par une gouttière à une des extrémités de la cuve et s'échappait ensuite par le rebord opposé un peu entaillé.

Quand le courant circule dans la résistance et l'échauffe, il se produit un fort appel d'eau dans les cheminées, et une circulation active de sorte que le refroidissement est très intense.

Un point délicat est la jonction du fil de fer au câble amenant le courant, jonction qui doit naturellement être placée dans l'eau. On avait d'abord employé des lames de cuivre soudées au fil de fer, mais il se produisait une électrolyse rapide du cuivre, rendant l'eau conductrice et le fer s'électrolysait aussi, de sorte que l'intensité du courant n'était pas constante. On a alors pris pour l'amenée du courant des câbles isolés, et soudé le fil de fer au milieu du cuivre, à la manière ordinaire de la jonction d'un câble et d'un fil. La partie décapée du câble a été ensuite enduite de goudron puis recouverte de toile chatertonnée. Dans le premier essai nous avions enroulé la toile jusqu'à recouvrir un peu l'extrémité du fil, mais la résistance a immédiatement sauté au point de jonction, il fallut enrouler la toile jusqu'à l'extrémité du cuivre seulement. On a eu également de beaucoup meilleurs résultats en faisant pénétrer un peu le câble dans la cheminée, que lorsqu'on disposait les joints au-dessus du niveau supérieur des caisses cloisonnées.

Si toutes les résistances d'une caisse ne doivent pas marcher simultanément, il faut, pour éviter l'accroissement des effets d'électrolyse, employer, comme l'a indiqué M. Parks Rucker, un interrupteur bipolaire pour chaque résistance. Naturellement les pôles de noms contraires des résistances doivent être aussi éloignés que possible. Lors de l'essai les résistances avaient en A, C, E, B', D' et F' un pôle de même nom. Les pôles opposés des résistances étaient au moins à 25 cm de distance pour 240 volts.

L'intensité du courant dans les résistances de 2 mm de diamètre (26 m de longueur) était en moyenne de 130 ampères, et dans les résistances de 3 mm (38 m de longueur), elle était en moyenne de 290 ampères.

Les résistances étaient constituées par des fers de qualités très différentes, celles de 2 mm étaient en fil de fer nu, et celles de 3 mm en fil de fer galvanisé.

Les résultats au point de vue de l'intensité du courant sont un peu différents de ceux indiqués par M. Parks Rucker; ceci doit provenir de la différence de conductibilité du fer employé dans les divers essais; il faut donc chaque fois procéder à des essais préliminaires, pour déterminer la longueur et le diamètre du fil pour une intensité donnée.

Pendant l'essai de douze heures, le débit de l'eau de refroidissement a été maintenu de manière à ce qu'elle s'échappait constamment à une température inférieure à 60°. Ainsi qu'il résulte d'un essai ultérieur, on aurait pu employer beaucoup moins d'eau, car il suffit de remplacer l'eau vaporisée.

Les résistances ont très bien fonctionné et l'intensité du courant s'est maintenue constante pendant toute la durée. Les jonctions ayant été confectionnées comme il a été indiqué, une seule résistance a sauté peu après la mise en marche. Après examen on a constaté que la rupture s'était produite à un endroit où le fil de fer présentait un défaut. L'eau employée provenait d'un marais et contenait beaucoup de matières organiques. Les fils du côté du pôle négatif se recouvraient d'une sorte de croûte brune, mais leur section n'a pas dû varier puisque l'intensité est restée constante.

Après les essais de douze heures en charge, les essais de surcharge ont eu lieu le lendemain. Pendant la nuit les caisses s'étaient vidées de sorte que les résistances ont été exposées à l'air, mais on n'a pas cependant constaté de variation dans l'intensité du courant.

On a procédé ensuite à un essai pour voir comment se comportait une résistance, quand la température de l'eau s'élevait.

On a rempli une des grandes caisses d'eau et fait fonctionner une résistance de 3 mm qui absorbait un courant

de 300 ampères. Au bout de 2 heures 30 m de fonctionnement, l'eau avait atteint à la surface de la partie la plus éloignée de la résistance, la température de 90° C, et au fur et à mesure que l'eau s'échauffait, la circulation dans les cheminées renfermant les deux boudins était plus active.

Voyant que l'essai risquait de durer jusqu'à ce que le niveau de l'eau baisse d'une certaine quantité par évaporation, nous avons percé vers le bas de la grande caisse, un trou pour en laisser échapper le liquide. La rupture de la résistance ne s'est produite que lorsque le niveau de l'eau était à 35 cm au-dessous du niveau supérieur de la caisse cloisonnée. Quand le niveau de l'eau dans la grande caisse a été un peu au-dessous du bord supérieur de la caisse cloisonnée, la circulation a augmenté dans les cheminées, et l'eau était projetée à plus de 30 cm au-dessus de la caisse. Vers la fin de l'essai, la circulation de l'eau avait cessé, il y avait simplement projection de bulles de vapeur entourées d'eau et le point de jonction qui était à environ 30 cm au-dessus du niveau général de l'eau dans la grande caisse était alors seulement refroidi par les projections d'eau.

On peut conclure de cet essai, qu'en ayant soin de placer la jonction à l'intérieur de la cheminée il suffit pour avoir toute sécurité de remplacer simplement l'eau évaporée.

Pendant toute la durée de l'essai, l'intensité du courant n'a pas varié. Il est vrai que l'on ne pouvait constater de faibles variations, car on n'avait à sa disposition qu'un ampèremètre de 2000 ampères.

Dans des conditions données de refroidissement, l'intensité admissible pour que le fil de diamètre d prenne une température donnée est proportionnelle à $d^{\frac{3}{2}}$, et dans ces conditions la longueur de fil nécessaire, pour une différence de potentiel donnée, est proportionnelle à $d^{\frac{1}{2}}$.

On a donc pour des fils d'un métal donné, dans des conditions données de refroidissement

$$I = kd^{\frac{3}{2}} \qquad l = k_1 d^{\frac{1}{2}}.$$

I étant l'intensité du courant admissible, l la longueur à donner au fil pour une différence de potentiel donnée; k et k_1 deux constantes dépendant de la nature du fil, et des conditions de refroidissement et de la température admissible pour le fil.

Pour des fils de fer tendus dans l'air on a, dans les conditions indiquées ci-dessus,

$$I = 10{,}2\, d^{\frac{3}{2}} \qquad l = 35{,}5\, d^{\frac{1}{2}},$$

d étant exprimé en mm, I en ampères, l longueur correspondant à une tension de 100 volts, étant exprimée en m.

Pour des fils de fer immergés dans l'eau, M. Parks Rucker a trouvé

$$I = 49\, d^{\frac{3}{2}} \qquad l = 8\, d^{\frac{1}{2}}.$$

D'après les résultats obtenus dans les essais décrits ci-dessus avec des fils de 3 mm, on a :

$$I = 55{,}5\, d^{\frac{3}{2}} \qquad l = 9{,}1\, d^{\frac{1}{2}},$$

l étant la longueur en m pour une tension de 100 volts. Ces chiffres permettent de déterminer les dimensions approximatives des rhéostats pour un essai préalable.

F. LOPPÉ.

LES TURBINES A VAPEUR

DANS LES USINES ÉLECTRIQUES MODERNES

On sait que le *Metropolitan and District Railway*, de Londres, a longtemps étudié la transformation électrique de son réseau, et en a enfin décidé la réalisation à la suite d'une longue enquête sur le mode de traction le plus convenable, enquête sur laquelle nous aurons sans doute l'occasion de revenir ultérieurement.

Non seulement les administrateurs de cette Compagnie paraissent bien inspirés en adoptant, pour la traction de leurs trains, le courant continu, seul capable en ce moment d'assurer un service métropolitain sérieux, mais ils paraissent avoir été également bien inspirés en substituant dans leurs usines génératrices les turbines à vapeur aux moteurs à vapeur à mouvement alternatif.

A cet égard, les usines de Weasden et de Chelsea seront d'une étude très intéressante pour le public industriel, et offriront sans doute des renseignements nouveaux et tout à fait définitifs sur les avantages des turbines à vapeur.

Il y aura tout d'abord à suivre, dès leur mise en service, le fonctionnement des usines dont cette Compagnie entreprend dès maintenant la construction (la première composée de trois groupes électrogènes de turbo-alternateurs de 3500 kw, la seconde de quatre groupes turbo-alternateurs de 5000 kw).

Ces usines n'auront cependant pas tout à fait la primeur de l'emploi des turbo-alternateurs de grande puissance en Angleterre, et on peut déjà présumer des avantages qu'offriront les turbines à vapeur, en considérant le cas de l'usine de Sheffield, qui en a fait essai pour des groupes de 500 kw, et qui vient de décider l'installation à demeure de nouveaux groupes du même genre, mais de puissance triple.

L'usine de Sheffield a installé il y a dix-huit mois un turbo-alternateur à courant alternatif simple, à la fréquence de 100 périodes par seconde, d'une puissance de 500 kw, provenant de l'Exposition de 1900.

On connaît les données principales de ce groupe que nous commencerons par résumer ci-dessous.

Nous ferons ensuite connaître les observations auxquelles son fonctionnement prolongé a donné lieu, et

nous résumerons l'opinion à laquelle se sont arrêtés les directeurs de l'usine de Sheffield.

L'usine avait déjà une composition complexe, comportant des alternateurs à fer tournant et à inducteurs tournants commandés par des machines à double et à triple expansion : l'alternateur de l'Exposition a donné toutes les facilités possibles de marche en parallèle, et sa mise en marche, chaque fois que le service le nécessite, est beaucoup plus rapide que celle des groupes électrogènes voisins ou des usines voisines.

L'installation en a été aussi simple que possible, on s'est contenté de le déposer sur le sol de l'usine sans aucune mesure devant lui éviter les trépidations et les chocs, et il n'a pas cessé d'être en fonctionnement depuis lors et n'a jamais donné lieu aux moindres vibrations.

Son fonctionnement à l'air libre n'a pas donné naturellement des résultats économiques très favorables, et les turbo-alternateurs qui seront installés seront munis de condenseurs, permettant de réaliser une économie de fonctionnement au moins égale à celle des machines à vapeur les plus perfectionnées.

On peut se rendre compte de l'intérêt d'un vide aussi parfait que possible, en rappelant que les turbo-alternateurs d'Elberfeld, d'une puissance de 150 kw, réalisaient environ 1,6 pour 100 d'économie de vapeur par chaque centimètre de mercure de vide.

Des essais réalisés sur des turbo-alternateurs de 500 kw à 2500 tours par minute, analogues à ceux de Sheffield, permettent d'apprécier pleinement l'avantage d'un degré de vide aussi parfait que possible.

Éliminant toute surchauffe, dont l'influence est aussi assez considérable, on trouve, pour les valeurs du vide données dans la première colonne en centimètres de mercure, les consommations en kilowatts-heure données dans les quatre colonnes suivantes du tableau à pleine charge, à demi-charge, à quart de charge et à vide. (Pression de 10 kg par cm², vitesse angulaire de 2500 tours par minute, sans surchauffe.)

VIDE CONSTANT DE LA PLEINE CHARGE A VIDE.	CONSOMMATION SPÉCIFIQUE EN KILOGRAMMES DE VAPEUR PAR KW-H.			CONSOMMATION A VIDE EN KILOGRAMMES PAR HEURE.
CENTIMÈTRES DE MERCURE.	PLEINE CHARGE.	DEMI-CHARGE.	QUART DE CHARGE.	
73	»	»	»	681
71	10,0	11,6	14,7	772
68	10,5	12,2	15,6	863
66	10,9	12,8	16,6	954
63	11,4	13,5	17,7	1045
60	11,9	14,1	18,7	1136
58	12,5	14,9	20,3	1227
55	13,1	15,7	21,0	1318

Quant à l'effet de la surchauffe, il a été amplement démontré par les expériences de l'usine d'Elberfeld : on sait que ces turbines ont gagné 12 pour 100 en effectuant une surchauffe de 55° C de la vapeur.

Les autres avantages qu'on atteint dans l'emploi des turbo-alternateurs, en dehors du moindre encombrement des machines elles-mêmes et de leur tuyauterie, sont les suivants :

1° On n'aura plus à redouter les coups d'eau résultant d'une vapeur plus ou moins humide provenant des chaudières;

2° Le couple de rotation aura une constancę absolue;

3° L'eau n'introduira au condenseur aucune huile de graissage, et, par conséquent, la vapeur condensée pourra être renvoyée aux chaudières;

4° Le temps nécessaire au nettoyage sera réduit de beaucoup. On a reconnu que, pour des machines d'égale puissance, rotatives et à piston, le nettoyage de la machine à piston demande six fois plus de temps;

5° L'absence de toutes garnitures permet de recourir à une surchauffe aussi élevée qu'on le désire;

6° Enfin, les frais d'entretien et de réparations sont excessivement réduits et les risques d'interruption de service le sont proportionnellement.

De l'expérience acquise aussi bien à Sheffield que dans les installations employant des turbo-alternateurs du même genre, se dégagent les principes généraux suivants, que feront bien de méditer tous les ingénieurs devant faire essai des turbines.

Ces principes parfaitement éprouvés définissent très bien les conditions d'emploi et le champ d'utilisation des turbines :

1° Il n'est pas recommandable d'employer l'échappement libre avec les turbines;

2° Il n'est pas recommandable d'employer des unités de petite puissance, et l'avantage économique ne devient réellement appréciable qu'avec des turbines d'au moins 200 kw.

3° Il est recommandable alors d'avoir dans un réservoir toute l'eau nécessaire aux condenseurs, d'employer des condenseurs à surface, et de retourner l'eau condensée aux chaudières.

Non seulement l'expérience de l'Angleterre, mais encore celle de l'Allemagne et de la Suisse, établit péremptoirement que les turbines de puissance suffisante seront loin de mériter désormais la réputation de « gouffres de vapeur » qu'on leur a faite, réputation due surtout au fait que l'expérience a commencé par les plus petites puissances pour ne conduire que par progrès lents et continus aux puissances considérables aujourd'hui employées.

P. L.

LA LAMPE NERNST

TYPE 1902

Les lampes Nernst ont cessé d'être seulement des curiosités de laboratoire pour entrer dans le domaine de l'utilisation pratique pour l'éclairage électrique.

Le grand intérêt qu'offrent les lampes Nernst consiste principalement en ceci :

1° Elles permettent de réaliser une économie de courant importante.

2° Les intensités lumineuses pour lesquelles les lampes Nernst sont établies leur permettent de servir de transition entre les lampes à incandescence ordinaires et les lampes à arc.

Ce qui caractérise la lampe Nernst est l'emploi d'un conducteur électrolytique comme filament lumineux.

La différence essentielle entre les conducteurs métalliques et les conducteurs électrolytiques consiste en ceci : dans les conducteurs métalliques la résistance augmente avec la température, tandis que, dans les conducteurs électrolytiques, la résistance diminue quand la température augmente.

Tandis qu'un fil de platine est sensiblement meilleur conducteur à la température ambiante qu'au rouge, un filament Nernst n'est pas conducteur à la température ambiante et ne devient conducteur qu'au rouge.

Les filaments Nernst sont constitués par des oxydes de zirconium, de thorium et d'autres « terres rares » et opposent à froid une si grande résistance aux courants électriques qu'on peut les considérer pratiquement comme des isolants parfaits.

Le filament Nernst ne se laisse traverser par un courant sensible qu'au-dessus de 600°C; il nécessite donc un dispositif de chauffage qui le porte au rouge avant de pouvoir être utilisé comme corps lumineux.

Dans les types actuellement mis dans le commerce, le résultat est atteint automatiquement grâce à un dispositif de chauffage électrique. Ce dispositif absorbe naturellement une puissance très appréciable et, pour éviter cette consommation devenue inutile lorsque l'incandescence des filaments lumineux s'est produite, un interrupteur fonctionnant automatiquement coupe le courant dans l'appareil de chauffage lorsque le filament Nernst est devenu lumineux.

Le rapport entre la résistance des filaments Nernst et la température, ou, ce qui est intimement lié à cette température, la puissance en watts consommée par ce filament, ressort du tableau suivant :

Puissance en watts.	Différence de potentiel en volts.	Courant en ampères.	Résistance en ohms.
100	192	0,52	360
150	198	0,76	260
200	199	1,0	199
250	198	1,2	165
275	195	1,4	140
300	192	1,6	125

On voit, d'après ce tableau, que, lorsque le courant augmente dans le filament, la tension aux bornes du filament va d'abord en augmentant, elle reste ensuite constante et, finalement, elle va en diminuant. Pratiquement, il faut le faire fonctionner dans la partie du régime où sa tension est constante.

Les augmentations de tension inévitables dans la pratique auraient pour effet d'augmenter l'intensité du courant qui traverse le filament, et, si ces augmentations devenaient trop intenses, elles pourraient détériorer le filament.

Pour préserver ce filament contre les écarts de tension du circuit de distribution, on monte en série avec ce filament une résistance susceptible d'absorber la variation de tension du courant

Les parties essentielles d'une lampe Nernst sont donc les suivantes :

1° Filament lumineux.

2° Appareil de chauffage.

3° Interrupteur du courant de chauffage.

4° Résistance.

Nous allons décrire les deux modèles de lampes Nernst actuellement mises dans le commerce.

Lampe A. — La figure 1 montre la construction et le fonctionnement de la lampe modèle A.

Le filament *f* et la spirale de chauffage *c* sont adaptés sur une palette en porcelaine *P* pourvue de trois pièces de contact, les deux douilles *a* et *b* et la pièce plate en laiton *g* munie d'une vis de serrage *s*.

Ces parties correspondent aux pièces *a*, *b* et *g*, de la lampe proprement dite. Le brûleur est adapté sur la lampe et immobilisé par le serrage de la vis *s*. L'appareil de chauffage se compose d'une spirale en porcelaine sur les spires de laquelle est enroulé un fil de platine très fin. Comme la spirale de chauffage est relativement fragile, toutes les manipulations des brûleurs doivent être effectuées avec beaucoup de précautions. L'interruption du courant de chauffage est obtenue par l'électro-aimant *e*.

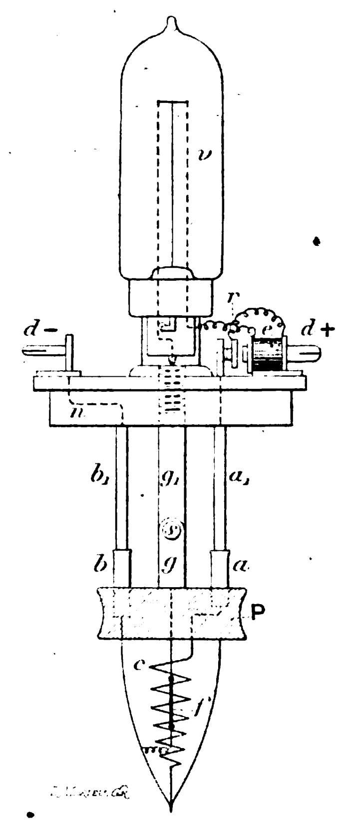


Fig. 1. — Lampe Nernst (modèle A).

La résistance *v* destinée à préserver le filament contre les variations de tension est constituée par un fil de fer très fin, enfermé dans une ampoule d'hydrogène qui le protège contre l'oxydation. L'emploi du fer comme résistance est justifié par ce fait que le fer est celui de tous les métaux dont la résistivité augmente le plus rapidement avec la température, et, par conséquent, il est le plus apte à compenser la variation inverse de la conductibilité électrique du filament Nernst et lui permet d'être moins sensible aux variations de tension. La résistance

est montée sur la lampe par une petite douille à baïonnette analogue à celle employée par les lampes à incandescence ordinaires.

Le courant est amené à la lampe par la broche *d*. Ce courant passe dans la lame à ressort de l'électro-aimant, traverse la spirale de chauffage *c* et passe par la canalisation *n* à la broche *d*. Dès que le circuit est fermé, la spirale de chauffage devient rouge sombre.

Après 20 à 30 secondes le filament a atteint la température à partir de laquelle il devient conducteur et le circuit va alors de la broche *d* dans la bobine de l'électro-aimant *e*, dans la résistance *v*, le contact *g*, le filament *f* et revient par la broche *d*, à la canalisation. Dès que le courant qui traverse l'enroulement de l'électro-aimant et le filament a atteint l'intensité suffisante, le contact à ressort est attiré par l'aimant de l'électro et le courant de chauffage est coupé en *r*.

La lampe peut présenter un mauvais fonctionnement si elle est soumise à un courant de tension plus élevée que celle pour laquelle elle a été établie. Il est à remarquer qu'une différence de potentiel trop élevée détruit plutôt la résistance que le brûleur lui-même.

Dans le cas de détérioration de la résistance, la spirale de chauffage qui est indépendante de la résistance reste rouge si on ferme le circuit sur la lampe Nernst.

Au contraire, le filament en série avec la résistance ne peut pas devenir incandescent dans ce cas, puisque le fil de la résistance est coupé.

Si une lampe ne fonctionne pas, tandis que le chauffeur reste rouge, on doit mettre en place un deuxième brûleur pour s'assurer que l'arrêt dans le fonctionnement ne provient pas d'une détérioration du filament du brûleur. Si le deuxième brûleur se comporte comme le premier, on peut affirmer qu'une trop forte augmentation de tension a détérioré la résistance qui doit être remplacée.

Si la spirale de chauffage ne devient pas rouge par le passage du courant, il faut mettre en place un autre brûleur. Si la spirale de ce second brûleur se comporte comme le précédent, cela tient à ce que le fil qui amène le courant à l'appareil de chauffage est coupé ou à ce que l'électro-aimant ne fonctionne pas.

Fig. 2. — Lampe Nernst (modèle B).

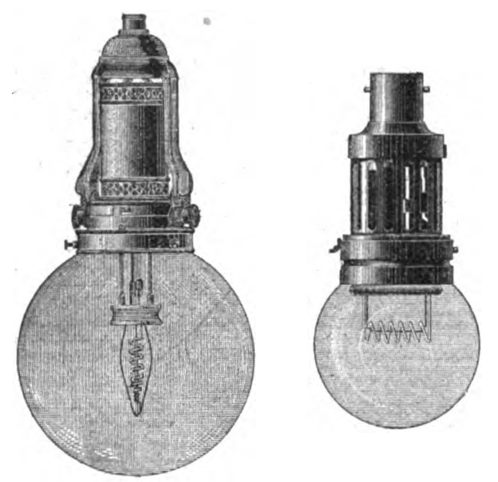
Lampe B (*petit modèle*). — Cette lampe s'adapte sur des douilles à baïonnette comme la lampe à incandescence ordinaire, et peut aussi s'établir pour s'adapter sur des douilles à vis.

Le schéma de la lampe est indiqué figure 2 où on a désigné les différentes parties de la lampe par les mêmes lettres que pour les parties correspondantes de la lampe A.

Les conditions de fonctionnement des différentes parties de la lampe B sont identiques à celles indiquées pour la lampe A. Le courant est amené par la vis marquée +, passe dans la lame de l'électro-aimant, traverse la broche *a*, la spirale de chauffage *c* et revient au contact du culot marqué — par la broche *b*. Dès que le filament devient conducteur, le courant passe dans la bobine de l'électro-aimant *e*, dans la résistance *v*, dans le filament *f* et revient par la branche *b* au contact indiqué — tandis que le courant de chauffage est coupé en *r*.

Le logement de la résistance dans la monture du socle de la lampe donne une plus grande longueur à la lampe B qu'à une lampe à incandescence ordinaire.

Aussi certains modèles de tulipes employées dans le commerce ne conviennent-ils pas aux lampes Nernst



Modèle A (échelle 1/5). Modèle B (échelle 1/3).

Fig. 3. — Lampe Nernst. Vue d'ensemble.

dont les globes dépasseraient trop les tulipes. Pour parer à cet inconvénient, on fabrique des tulipes plus longues spécialement étudiées pour assurer une bonne répartition de lumière aux lampes Nernst.

Les lampes actuellement dans le commerce sont établies pour des intensités de courant de : 0,25, 0,50, 1 ampère, et sont fabriquées pour toutes les tensions courantes entre 100 et 150 volts, ou entre 200 et 250 volts.

Le tableau ci-dessous indique les intensités lumineuses auxquelles correspondent les lampes Nernst de différentes intensités pour des tensions comprises entre 100 et 150 volts, et entre 200 et 250 volts.

COURANT EN AMPÈRES.	INTENSITÉS LUMINEUSES EN BOUGIES. TENSION EN VOLTS.			
	110-115.	125-130.	220-225.	245-250.
0,25	16	20	36	42
0,50	32	42	79	89
1,00	68	84	158	176

Un type intermédiaire consommant un tiers d'ampère est actuellement à l'étude. A. Z.

LA LAMPE ÉLECTRIQUE BREMER

La lampe Bremer a figuré à l'Exposition de 1900, et a donné lieu depuis à des essais et à des perfectionnements divers. Elle figure aujourd'hui à l'Exposition de Dusseldorf, où elle a éveillé la même attention qu'à Paris en 1900.

Parmi les particularités qui distinguent tout d'abord cette lampe, il faut citer la composition chimique de ses charbons et leur disposition spéciale, représentée dans la figure 1 ci-jointe.

L'emploi de matières étrangères, incorporées ou juxtaposées aux charbons pour en améliorer la lumière et le rendement, n'est pas absolument nouveau, et on se rappelle que, bien avant Bremer, MM. Clerc et Bureau en faisaient usage dans la lampe « Soleil ».

Mais les sels de chaux ou de soude employés, incorporés ou non aux charbons, par de précédents inventeurs, n'atteignaient pas des proportions dépassant 20 à 25 pour 100 du poids de la matière, tandis que la lampe Bremer en comporte une proportion beaucoup plus élevée.

On attribue l'augmentation de lumière considérable produite par ces corps, au fait que les particules de ces sels entraînées de l'anode à la cathode, s'oxydent au voisinage de la flamme de l'arc électrique à 3900° et sont portées à l'incandescence.

Les compositions les plus diverses ont été soumises à de nombreux essais, et les meilleurs rendements lumineux ont été donnés par les sels de beryllium, mais les charbons composés de cette manière manquent de consistance, et la constitution définitive adoptée pratiquement est différente.

La disposition des charbons dans la lampe Bremer n'est pas non plus nouvelle, et le premier physicien qui l'a indiquée paraît être de La Rive, qui remarqua le premier que deux électrodes parallèles, ou légèrement inclinées, produisent un arc beaucoup plus développé que des électrodes placées en prolongement l'une de l'autre.

On développe encore cet arc, dans la lampe Bremer, par le principe également ancien, et dû à Élihu Thomson, du soufflage magnétique : la flamme ainsi soufflée constitue la source principale d'émission de lumière dans la lampe, contrairement à ce qu'on observe dans les lampes à arc ordinaires.

Le volume de la source d'émission dans la lampe Bremer est de 200 à 250 mm³, tandis qu'il est limité, dans la lampe ordinaire, à 50 ou 100 mm³, ce qui explique la production beaucoup plus considérable de lumière correspondant à la même consommation d'énergie.

La flamme de l'arc entraînant les oxydes métalliques conducteurs, offre en effet une conductibilité assez bonne au passage du courant, et cet arc plus long et de plus grand volume est moins résistant en définitive que celui des lampes ordinaires.

Le mécanisme régulateur est très simple : ainsi que le représente la figure 1, les charbons traversent deux tubes *a b* qui les guident dans leur mouvement :

Ces tubes offrent deux encoches devant lesquelles se

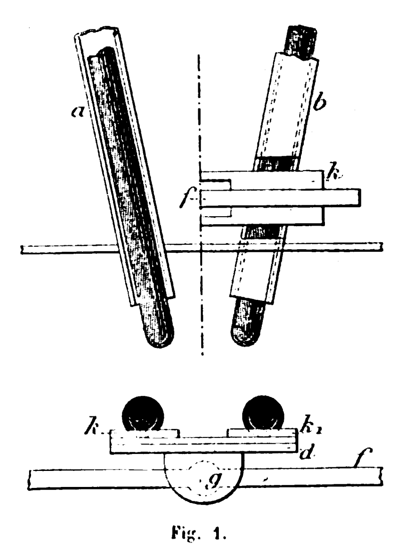


Fig. 1.

présentent des lames de pression k k_1, isolées l'une de l'autre, et portées par une plaquette *d*, dans laquelle deux projections servent à supporter les pivots d'une pièce *g f*, susceptible d'osciller dans un sens ou dans l'autre.

Quand la lampe est en fonctionnement, cette pièce *f* exerce la pression voulue sur le plan *d* par l'intermédiaire de *g* et cette pression est répartie également entre les deux charbons.

Quand l'intensité décroît dans l'arc électrique, une bobine régulatrice en dérivation donne passage à un

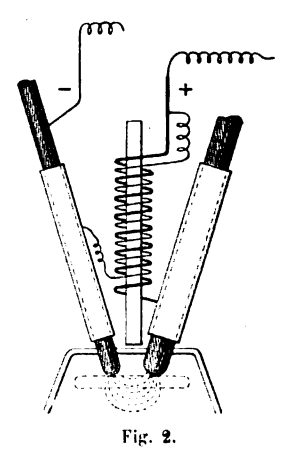


Fig. 2.

courant, et attire la pièce *f* en arrière, diminuant ainsi la pression sur les charbons que leur poids fait alors descendre dans leur tube.

Par suite de leur rapprochement, la résistance de l'arc diminue de nouveau, la bobine cesse d'agir, et la pièce *f* reprend sa nouvelle position, dans laquelle elle presse à

nouveau les charbons et les applique contre les parois des tubes.

Le mouvement de régulation de l'arc que nous venons d'indiquer ne suffirait pas seul à provoquer l'allumage de l'arc, car il faut que les charbons viennent en contact entre eux ou avec une pièce spéciale servant à l'amorçage. La bobine en dérivation doit alors agir pour libérer les charbons.

A cet effet, un relais agit pour amener, en regard des charbons, une pièce métallique faisant pont entre ceux-ci et par l'intermédiaire de laquelle s'amorce l'arc. Dès que le courant est ainsi établi dans l'arc, le relais en dérivation abandonne le levier portant cette pièce mobile, qui retombe alors de son propre poids.

L'arc ainsi formé est soumis au soufflage de l'électro-aimant, monté en série, qui le repousse vers la partie inférieure, ainsi que le montre la figure 3 (répulsion d'au-

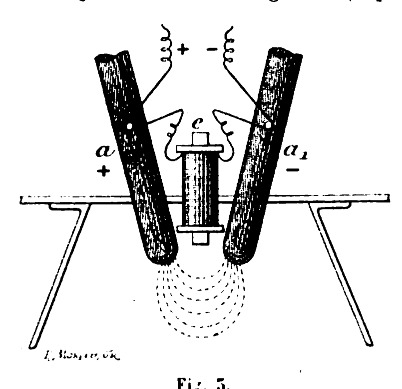


Fig. 3.

tant plus forte que l'usure des charbons rapproche davantage l'arc électrique de l'électro-aimant).

Le soufflage augmente donc d'intensité et fait croître la résistance de l'arc, de sorte qu'au moment convenable la bobine de réglage en dérivation intervient pour libérer les charbons qui glissent de leur propre poids.

Dans la figure 3 le soufflage et le réglage sont effectués par la bobine *c* en dérivation.

Dans la figure 2, la bobine de soufflage est une bobine en série avec l'arc, tandis que la bobine de réglage est

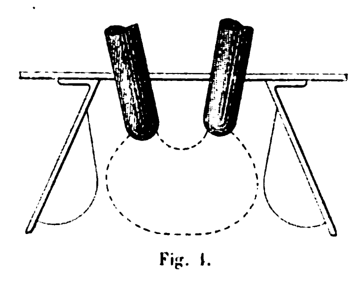


Fig. 4.

une bobine en dérivation, mais montée sur le même noyau (en sens inverse bien entendu).

L'inventeur a reconnu nécessaire, pour éviter les oscillations de lumière, dues aux oscillations de la flamme, de protéger celle-ci par des cloisons latérales en matières réfractaires, représentées figure 4.

Le mécanisme régulateur est placé à la partie supérieure de la lampe, et la distribution de la lumière à la partie inférieure, déjà bien préférable à celle des lampes ordinaires, est encore améliorée par un réflecteur conique, recouvert entièrement d'une couche de chaux qu'il faut renouveler fréquemment.

Ce réflecteur apporte encore aux charbons une protection analogue à celle des vases clos des lampes Marks, réduit l'usure de ceux-ci et prolonge de beaucoup leur durée.

Cette économie a d'autant plus d'importance que la consommation en longueur des charbons est beaucoup plus élevée que dans les autres lampes; mais il est vrai que ces charbons sont d'un diamètre trois fois moindre, et que la consommation de ceux-ci reste plus réduite.

Avec la composition actuelle des charbons, la lumière de la lampe Bremer est très riche en rayons rouges et jaunes, et contrairement pauvre en rayons bleus et violets, de sorte que la lampe donne une lumière dorée, beaucoup plus brillante que celle des lampes ordinaires.

Résultats d'essais. — Les lampes à courant continu essayées à Charlottenbourg fonctionnaient sous 12,3 ampères et 44,4 volts.

La variation de tension était de 2,5 volts et la variation de courant de 0,3 ampère.

Enfin, l'essai photométrique a donné les résultats indiqués dans le tableau suivant.

La première colonne donnant l'angle d'inclinaison par rapport à l'horizontale et la seconde le nombre de bougies, on voit d'après ce tableau que le réflecteur a pour effet de concentrer beaucoup la lumière vers la partie inférieure, et d'assurer l'uniformité d'éclairement dans un angle de 90° autour de la verticale.

Inclinaison sur l'horizontale en degrés.	Intensité lumineuse en hefners.	Inclinaison sur l'horizontale en degrés.	Intensité lumineuse en hefners.
0,0	991	45,4	6320
6,7	1470	51,1	6250
16,8	3202	55,0	5410
26,0	4060	59,2	7420
32,0	6080	55,0	6070
36,8	5220	90,0	6180
42,0	6070		

Munie d'un globe opalin, et essayée à nouveau, cette lampe a donné les résultats consignés dans le tableau suivant :

Inclinaison sur l'horizontale en degrés.	Intensité lumineuse en hefners.	Inclinaison sur l'horizontale en degrés.	Intensité lumineuse en hefners.
10.5	1791	51.4	4000
21,2	2135	57,6	3480
28,0	2782	65,0	3126
33.2	3440	76.0	3440
45.4	3774	90,0	3828

On voit donc que l'absorption de lumière par le globe opalin est considérable, mais qu'il assure une distribution plus uniforme dans toutes directions, de sorte que la lampe apparaît comme une sphère lumineuse sans aucune ombre.

En résumé, la consommation déduite des expériences ci-dessus (électriques et photométriques) est la suivante :

Consommation dans la lampe, en watts, 12,5 A, 44 volts . . .	546 watts.
— résistance, en série, 10,6 volts, 12,5 A .	131 —
Total	677 watts.

Intensité maxima, en bougies.	6400
Intensité hémisphérique moyenne	4320

Consommation spécifique rapportée à l'intensité hémisphérique en watts par bougie :

Pour la lampe seule.	0,125
Pour la lampe et sa résistance.	0,157

Au lieu de 0,55 watt par bougie dans la lampe à arc ordinaire.

L'avantage de la lampe Bremer est moins sensible pour les courants alternatifs, mais sa consommation est encore deux fois moindre que celle des lampes à arc ordinaires.

P. L.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Un nouveau bateau électrique. — Récemment, un bateau électrique perfectionné, construit par la *Thames Valley Launch C°*, fit ses premiers essais avec un succès considérable.

L'embarcation, qui est destinée à naviguer dans la baie de Naples, était pourvue d'une batterie de 45 éléments Leitner et de l'appareil de manœuvre à simple levier, appelé « Rowland-Edwards ». Avec cet appareil, un levier qui sort du plancher de la barque est le seul organe qui soit visible. Sur celui-ci, un fermoir à ressort est déprimé pour fermer le circuit ; puis, en poussant le levier en avant, le bateau avance à des vitesses croissantes. En retirant le levier, le bateau revient en arrière ; pour chaque cas, la vitesse varie selon l'inclinaison du levier. Pour arrêter, on met le levier dans une position verticale ; à ce moment, le fermoir à ressort interrompt automatiquement le courant. Un mouvement du levier sur le côté guide la barque vers une direction quelconque. On voit ainsi qu'avec ce seul levier, on peut donner tous les mouvements possibles à la barque. Le bateau avait été étudié pour parcourir 64 kilomètres avec une seule charge, à plus de 11 kilomètres par heure, et l'essai fut accompli avec succès.

La vitesse n'avait pas diminué à la fin, et la tension, qui était de 95 volts au commencement, était de 85 volts après un quart d'heure d'arrêt. Maintenant la Compagnie équipe ses nouveaux bateaux avec cet appareil, et elle construit une pareille embarcation de 10 mètres de longueur pour le gouvernement du Natal.

Les chemins de fer électriques. — Il paraîtrait que les chemins de fer anglais ne veulent pas laisser l'herbe croître sur leurs voies, avant l'électrification de leurs lignes, s'ils trouvent qu'ils peuvent économiser avec ce système. Ces chemins de fer ne sont pas empêchés par une législation restrictive, comme c'est le cas avec les tramways électriques. Ils ont leurs lignes et ils peuvent adopter le système de locomotion qu'ils veulent. On dit, dans les milieux de chemins de fer, que la *Lancashire and Yorkshire Railway C°* songe à électrifier certaines portions de ses lignes dans les deux provinces. On sait aussi que la *London Brighton and South Coast Railway C°* a également un pareil objet en vue et qu'elle a engagé des ingénieurs électriciens. Cependant la *North Eastern Railway C°* a fait encore plus, et maintenant elle demande des soumissionnaires pour la transformation électrique totale de 60 km de sa ligne à voie normale, qui est à double voie dans le district de Newcastle on Tyne. On divisera les soumissions en deux sections qui comprendront l'équipement des trains et de la voie permanente et les câbles à haute tension avec sous-stations. On ne fait aucune mention des usines de production, qui seront sans doute considérées séparément. Cependant, il y a une tendance vers le progrès, ce qui est différent du résultat des essais faits en Allemagne.

Les règlements électriques du Board of Trade. — Il y a quelque temps que nous avons annoncé qu'une députation de l'*Institution of Electrical Engineers* adresserait une réclamation au *Board of Trade* au sujet des restrictions mises par les autorités municipales contre les entreprises électriques particulières. En même temps on a signalé certains employés du *Board of Trade* incapables de traiter les affaires d'électricité, et les règlements surannés de ce Bureau, dont l'application fait tant de tort en empêchant le progrès.

On annonce maintenant que le *Board of Trade* a reconnu que ses règlements, quant à l'éclairage électrique, ont besoin d'être revisés, et les industriels électriciens sont contents d'apprendre cette nouvelle. On dit, de plus, que M. A. P. Trotter, l'ingénieur électricien-conseil du *Board of Trade*, aura une conférence en automne avec les représentants des diverses industries électriques, dans le but d'obtenir les avis de ces messieurs sur la revision. Jusqu'à ce moment, huit d'entre eux ont reçu des convocations ; ils sont choisis dans l'*Institution of Electrical Engineers*, l'*Institution of Civil Engineers*, la *Municipal Electrical Association* et la *London Chamber of Commerce*. Parmi les noms, se trouvent ceux du major Cardew, Dr Kennedy, M. Ferranti et M. Chamen. Quant au résultat de cette conférence, on espère bénéficier de beaucoup de choses, et on croit que l'industrie électrique du Royaume-Uni pourra beaucoup en profiter.

Les tramways municipaux de Sheffield. — C'est l'avis de plusieurs personnes, en ce pays, que les entreprises municipales électriques ne valent rien, et qu'on ne devrait pas les autoriser, à cause de l'incapacité de ceux qui doivent les diriger.

D'un autre côté, les municipaux prétendent que, si leurs entreprises ne présentent pas autant de profit que peuvent en donner les Sociétés anonymes, cela est dû au fait qu'ils sont obligés par la loi d'établir un fonds d'amortissement, afin de payer leur emprunt en trente ans, et aussi de prévoir largement la dépréciation.

Sheffield, une ville de près de 500 000 habitants, a eu ses tramways électriques installés par le conseil municipal ; le fonctionnement est remarquable, bien qu'on prolonge tous les jours les lignes et qu'on n'ait pas encore atteint le développement total. Le nombre de voyageurs transportés pendant l'année passée fut de plus de 49 millions, ce qui représente une augmentation de près de 15 millions sur l'année précédente.

Les recettes montaient à presque 4 500 000 francs, en comparaison avec 2 700 000 fr de l'année précédente, et les dépenses furent de 2 650 000 fr, laissant ainsi un bénéfice brut de 1 700 000 fr. L'intérêt et les charges du fonds d'amortissement montèrent à 900 000 fr, de sorte qu'il y a un bénéfice net de 800 000 fr pour l'année dernière.

La commission des tramways du conseil municipal peut montrer que, depuis le commencement de l'entreprise, ils ont réduit de 670 000 fr les impôts de la ville, et le surplus de bénéfices actuels devrait encore augmenter cette somme.

Brevets et revendications diverses. — Dans les journaux électriques anglais, il y a eu, depuis quelque temps, une discussion relative aux brevets d'invention de Marconi, et sur la question de savoir si Marconi est le vrai inventeur de certains appareils qu'il revendique. Récemment aussi on a continué cette discussion dans les colonnes du *Times* et du *Saturday Review*, le professeur Silvanus Thompson ayant pris le parti de Sir Oliver Lodge dans la question de la télégraphie sans fil.

A la suite de l'annonce récente de la réception de signaux à Newfoundland, et de la réception actuelle de messages à une distance de 2500 km à bord d'un des bateaux à vapeur de l'Atlantique, et la nouvelle encore plus récente de télégraphie entre Cornouailles et le bateau de guerre italien à Cronstadt, l'agitation a éclaté de nouveau, et on dit partout que le cohéreur, que signor Marconi a récemment décrit dans une communication devant la *Royal Institution*, fut l'invention de signor Solari, de la flotte italienne.

Quelle que soit la vérité de ces allégations, elles ont reçu une impulsion considérable par l'annonce, dans une publication récente du *British Official Patents Journal* dans laquelle signor Marconi demande le droit de perfectionner un brevet, demandé l'année dernière pour une invention communiquée à lui de l'étranger par Solari. Ce brevet est dans un dossier à l'étude ; il est encore secret ; mais c'est pour des perfectionnements dans des cohéreurs ou détecteurs d'ondes électriques.

Une autre affaire importante, qui est en train, est un procès que veut faire la *British Thomson Houston C°* au conseil municipal de Manchester pour contre-façon de son contrôleur de tramways en série parallèle et à soufflage magnétique. Depuis longtemps cette Société a eu le monopole de la construction de ce contrôleur, mais il paraît que la grande maison anglaise *Dick Kerr et C°* a résolu de contester la validité de la demande, et qu'elle a tout à fait ignoré les propriétaires et fabriqué ses appareils d'après le brevet d'invention.

La *British Thomson Houston C°*, en intentant un procès contre la municipalité de Manchester, comme concessionnaire de *Dick Kerr et C°*, a évidemment l'intention de détourner les autres concessionnaires de *Dick Kerr et C°* d'acheter cet appareil. Mais sans doute la Compagnie anglaise (car la *British Thomson Houston C°* est vraiment américaine) indemnisera ses concessionnaires contre tout risque, et il se prépare là une grande cause célèbre.

C. D.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 15 juillet 1902.

Préparation et propriétés d'un siliciure de vanadium. — Note de MM. H. Moissan et Holt. (*Extrait.*) — En dehors de l'acide vanadique et des vanadates, les composés du vanadium ont été peu étudiés jusqu'ici. L'un de nous a déjà indiqué l'existence d'un carbure de vanadium, de formule CV, préparé au four électrique [1]. Ce composé est stable, très dur et est attaqué facilement par l'acide nitrique.

Nous avons pensé qu'il était utile de reprendre l'étude des composés du silicium et du vanadium. L'acide vanadique, duquel nous sommes partis, a été préparé soit par la méthode que nous avons indiquée précédemment, soit par décomposition, au moyen d'une élévation de température, du métavanadate pur. L'acide, après sa préparation, était refondu au moment même de l'expérience, dans une capsule de platine, pour le priver complètement d'eau. Nous devons rappeler que, à la haute température du four électrique, ce composé est très volatil ; aussi, dans un grand nombre de nos expériences, avons-nous préféré partir de l'oxyde V^2O^3, qui était obtenu par réduction de l'acide vanadique au rouge dans un courant d'hydrogène pur et sec.

Préparation du siliciure VSi^2. — 1° Dans une série d'expériences préliminaires, nous avons chauffé, au four électrique, de l'acide vanadique avec des proportions variables de silicium. La masse fond avec rapidité, et, en

[1] Henri Moissan, *Préparation et propriétés du carbure de vanadium. Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 1297.

étudiant ensuite les produits obtenus, on reconnait facilement, par des traitements avec une solution alcaline étendue, que l'on se trouve en présence de différents siliciures.

Il se produit un équilibre variable avec la température et la présence d'un excès plus ou moins grand de silicium fondu. Pour arriver au composé VSi^2, nous avons chauffé un mélange d'oxyde vanadique, V^2O^5, avec un peu plus de cinq fois son poids de silicium pur et cristallisé. La réaction se produit selon l'égalité suivante :

$$2 V^2O^5 + 11 Si = 4 VSi^2 + 5 SiO^2.$$

Dans ces conditions, il reste dans le bain en fusion un excès de silicium, et il ne se produit que le composé VSi^2 à l'état cristallisé.

Ces expériences avaient été faites avec un courant de 600 ampères sous 50 volts. La chauffe, qui durait de 4 à 5 minutes, était assez difficile à conduire, à cause de la grande volatilité des composés du vanadium.

Nous avons préféré ensuite employer un courant plus intense et chauffer moins longtemps. Dans une nouvelle série d'expériences, nous avons utilisé un courant de 1000 ampères sous 50 volts et nous n'avons chauffé que 2 minutes.

Le culot métallique obtenu dans ces conditions est traité au bain marie par une solution de potasse à 10 pour 100 jusqu'au moment où tout dégagement gazeux est terminé. Le dépôt cristallin est lavé ensuite par décantation, puis chauffé au bain-marie avec de l'acide azotique à 50 pour 100 ou de l'acide sulfurique concentré. Il est utile de renouveler le traitement par la potasse et par l'acide cinq ou six fois, afin que le siliciure soit tout à fait pur. Enfin, dans certaines opérations, on sépare quelques petites lamelles de graphite au moyen du bromoforme. Le graphite vient nager à la surface de ce liquide et peut être enlevé avec rapidité.

Résistivités électriques de sérums sanguins pathologiques et d'épanchements séreux chez l'homme. — Note de MM. Lesage et Dongier, présentée par M. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Séance du 21 juillet 1902.

Actions électrolytiques manifestes, développées par les piles constituées par la réaction de deux liquides renfermant l'un un acide, l'autre un alcali, par M. Berthelot. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Anomalies présentées par la charge de conducteurs isolés sur des diélectriques solides. Phénomènes magnétiques particuliers constatés au voisinage de nœuds d'oscillations électriques. — Note de M. V. Crémieu, présentée par M. H. Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur les phénomènes mécaniques de la décharge disruptive. — Note de M. Jules Semenov, présentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — Il y a lieu de se demander dans quel état se trouve la matière transportée d'un pôle à l'autre, lors d'une décharge électrique? On admet généralement que, lorsqu'une étincelle jaillit entre deux conducteurs, les particules matérielles sont arrachées de chaque pôle et transportées sur le pôle opposé. Or, j'ai pu me convaincre que tel n'est pas le cas. (Suit le détail des expériences.)

... Ces faits démontrent qu'il n'y a pas d'arrachement de particules du pôle positif et que la matière transportée par l'étincelle vers le pôle négatif provient exclusivement du gaz ou de la vapeur se trouvant au voisinage immédiat du pôle positif.

Photographie d'un éclair multiple. — Note de M. Piltschikoff, présentée par M. Mascart. — J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une photographie de l'éclair, faite le 11 mai dernier, par M. Pedaeff, au nouvel observatoire météorologique de l'Université de Kharkov.

L'intérêt particulier de cette photographie consiste en ce qu'elle représente un éclair *multiple* avec plusieurs branches qui paraissent être rigoureusement parallèles. Une branche A de l'éclair, d'une longueur d'environ 4 km, traverse la plaque dans la direction horizontale; elle est suivie sur environ 330 m (comptés en ligne droite) dans sa partie gauche par une autre branche B, et dans sa partie droite, sur environ 770 m, par une nouvelle branche C. Ces deux branches B et C, étant bien parallèles à la branche A, en gagnant le milieu de la plaque quittent la branche principale A et tombent au bas de la plaque (au sol) et, ce qui est plus remarquable, les parties descendantes des branches B et C sont aussi parallèles.

Les branches A, B et d'autres sont linéaires, la branche C est un éclair-bande.

La distance entre les branches A et B et les branches A et C dans leurs parties parallèles est au moins de 16 m, entre les branches B et C dans leur partie parallèle la distance est au moins de 22 m.

Sur la biréfringence magnétique. — Note de M. Quirino Majorana, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur le poids atomique du radium. — Note de Mme Curie, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Séance du 28 juillet 1902.

Sur le dichroïsme magnétique. — Note de M. Quirino Majorana, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus.*)



Sur l'équivalent électrochimique de l'argent. — Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann (¹). — Depuis les recherches bien connues de M. Mascart, de M. Kohlrausch et de lord Rayleigh sur l'équivalent électrochimique de l'argent, un certain nombre de savants en ont repris la détermination. Les résultats obtenus, notamment par MM. Potier et Pellat, d'une part, et par MM. Patterson et Guthe, d'autre part, sont en parfait accord. L'équivalent électrochimique de l'argent serait, d'après eux, 0,011192, au lieu de 0,01118, nombre devenu classique, qui est la moyenne des résultats de M. Kohlrausch et de lord Rayleigh.

MM. Richards, Collins et Heimrod ont comparé les masses d'argent recueillies simultanément dans trois voltamètres à azotate d'argent diversement montés : l'un conformément aux indications de lord Rayleigh, le deuxième semblable à celui de MM. Patterson et Guthe, et le troisième d'un modèle nouveau, comportant un vase poreux, et ils ont obtenu dans ce dernier un dépôt un peu plus faible que dans le premier et notablement plus faible que dans le deuxième $\left(\frac{2}{1000}\right)$. Si l'on donnait la préférence à leur mode opératoire, il faudrait donc abaisser l'équivalent électrochimique de l'argent à 0,01117 environ.

Enfin, d'après divers auteurs, la corrosion du dépôt cathodique par le bain non privé d'air amènerait un déficit que M. Myers évalue à $\frac{1}{1000}$ environ. L'équivalent devrait donc, au contraire, être majoré d'autant, de sorte qu'il pourrait bien dépasser 0,01120. Mais j'ai montré que cette prétendue corrosion n'existe pas.

Quant aux divergences des résultats en général, elles sont dues, pour une bonne part, à ce que les masses d'argent pesées par les divers auteurs ne dépassaient pas 2 g. Certes, il est facile de peser une pareille masse à $\frac{1}{10\,000}$ près; mais il est aussi très facile de laisser échapper, dans les délicates opérations du lavage du dépôt, des parcelles d'argent formant plusieurs dixièmes de milligramme. C'est, évidemment, ce qui est arrivé à M. Kahle, lorsqu'il a cru remarquer que ledit lavage à l'eau distillée chaude faisait perdre au dépôt plusieurs dix-millièmes. Je n'ai jamais rien observé de semblable en opérant sur 30 g de matière.

J'ai reconnu, d'ailleurs, que la masse d'argent déposée par un coulomb dépend d'un certain nombre de circonstances. Je me contenterai de résumer ici les résultats d'expériences qui seront décrites dans l'un des prochains numéros du *Journal de Physique*.

1. Soit un bain d'azotate d'argent primitivement neutre, de concentration normale et à la température ordinaire. Nous avons vu que, si la densité anodique du courant est inférieure à 0,002 C.G.S., il ne se forme point d'acide azotique en quantité appréciable à l'anode. Dans ces conditions, le dépôt d'argent à la cathode est *normal*; il ne dépend pas de la densité cathodique, et il ne change pas si l'on sature le bain d'oxyde d'argent.

2. Si la densité anodique est plus forte, la concentration moindre ou la température plus élevée, il se forme à l'anode de l'acide azotique dont la destruction à la cathode entraîne un déficit d'argent. Il est facile de voir qu'à chaque milligramme d'AzO^3H détruit correspond un déficit de 1,37 mg d'argent.

3. Si le bain est primitivement acide, il est clair que le déficit s'exagère pour la même raison.

4. La basification du bain au moyen d'oxyde d'argent (Patterson et Guthe) a pour effet d'empêcher la formation d'acide libre et, par suite, le déficit d'argent. Cette précaution semble devoir être efficace avec des courants de densité moyenne, tant qu'il reste de l'oxyde en dissolution; mais celui-ci, étant peu soluble, s'épuisera avant la fin de l'expérience si l'on recueille, comme je le conseille, une masse importante d'argent. Je crois plus sûr de s'en tenir aux très faibles densités.

Je compléterai ces renseignements généraux par quelques indications numériques relatives aux cas où l'on n'a point réalisé les conditions spécifiées au numéro 1 pour obtenir le dépôt normal. Il se produit alors à la cathode un déficit plus ou moins important qui peut dépasser 1 millième, peut-être même 2 millièmes.

1. *Influence de la température, entre 0° et 40°.* — En bain neutre normal, avec anodes de 18 cm², cathodes de 100 cm², et un courant de 0,9 ampère, le dépôt d'argent diminue de 3 à 4 millionièmes par degré. Avec des anodes de 4,5 cm², les autres conditions restant les mêmes, la diminution atteint 8 à 9 millionièmes.

L'effet de la température est à peu près le même avec un bain acidulé à 2 g par litre.

D'après lord Rayleigh, le dépôt augmenterait, au contraire, avec la température.

2. *Influence des densités de courant.* — Avec une densité anodique 0,005, si la densité cathodique passe de 0,0003 à 0,001, le dépôt ne diminue pas d'une manière bien appréciable. Avec la densité anodique 0,02, l'écart dépasse $\frac{1}{10\,000}$ en bain normal neutre, et $\frac{3}{10\,000}$ en bain acidulé à 2 g par litre.

3. *Influence de l'acidité et de la basicité.* — Expériences avec cathodes de 100 cm² et anodes de 4,5 cm² :

1° Les deux bains sont normaux en azotate; l'un est centinormal en acide. Avec un courant de 1 ampère, le déficit relatif sur la cathode dans ce dernier est de $\frac{23}{100\,000}$ (0,007 g sur 30 g);

2° Les deux bains sont demi-normaux en argent, et l'un 0,014 normal en acide; le déficit atteint la même valeur pour 0,4 ampère.

Remarque. — Nous avons ici la clef d'un désaccord entre M. Kahle et MM. Patterson et Guthe. Le premier trouve que le dépôt fourni par un bain frais est plus faible que celui fourni par un bain usagé dans les mêmes conditions; MM. Patterson et Guthe trouvent exactement le contraire. Tandis que ces derniers partaient d'une solution basifiée qui, par l'usage, devenait légèrement acide, M. Kahle partait sans doute d'une solution acide dont l'acidité diminuait, ainsi que je l'ai exposé.

4. *Influence de la concentration.* — Les deux bains sont neutres : l'un est normal, l'autre 0,2 normal. Avec une densité anodique de 0,02, le dépôt fourni par ce dernier est inférieur de plus de $\frac{2}{10\,000}$.

Conclusion. — En résumé, la masse d'argent déposée

(¹) Voy. les *Comptes rendus*, 7 juillet 1902.

à la cathode par un coulomb dépend, en général, de plusieurs circonstances. Mais il semble que l'on puisse atteindre la précision de $\frac{1}{10\,000}$ dans la détermination de l'équivalent électrochimique de ce métal en opérant sur un bain parfaitement neutre ou même basique au début, et en évitant la formation d'acide à l'anode, comme je l'ai indiqué.

Argenture du verre et daguerréotype. — Note de M. Izarn, présentée par M. J. Violle. (Voy. les *Comptes rendus.*)

BREVETS D'INVENTION[1]

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, *17, boulevard de la Madeleine, Paris.*

318 305. — **Lambert.** — *Système commutateur du compteur des conversations pour bureaux de téléphone* (1er février 1902).

318 368. — **Lambert.** — *Loquet pour commutateur multiple* (4 février 1902).

318 333. — **Lambert.** — *Communication pour bureaux téléphoniques avec batterie centrale microphonique* (3 février 1902).

318 423. — **Armstrong et Orling.** — *Perfectionnements apportés aux moyens et appareils pour faire fonctionner et contrôler des appareils télégraphiques, téléphoniques et autres, à distance, sans fil ni autre connexion analogue* (3 février 1902).

318 458. — **Société Siemens et Halske Aktiengesellschaft.** — *Boîte pour microphone à capsule* (6 février 1902).

318 329. — **Leblond.** — *Perfectionnements apportés aux piles électriques* (3 février 1902).

318 234. — **Witzenmann et Bühler.** — *Enveloppe protectrice constituée par des tronçons de tuyaux métalliques hélicoïdaux pour lignes électriques et autres* (30 janvier 1902).

318 357. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Emploi d'un coupleur automatique à action centrifuge* (4 février 1902).

318 373. — **Cogswell.** — *Perfectionnements dans les commutateurs électriques* (4 février 1902).

318 254. — **Lheyraud.** — *Système d'éclairage électrique au moyen de lampes conjuguées* (31 janvier 1902).

318 312. — **Roquet-Labanne.** — *Procédé d'éclairage électrique par courants intermittents sur lampes à incandescence de voltage inférieur munies d'une double enveloppe en verre* (3 février 1902).

318 327. — **Société Sautter, Harlé et Cie.** — *Nouvelle lampe à charbons horizontaux pour projecteurs de lumière électrique* (3 février 1902).

318 300. — **Kull.** — *Dispositif commutateur automatique aux dynamos pour l'éclairage électrique des véhicules de chemins de fer* (4 février 1902).

318 389. — **Jacolliot.** — *Emploi de l'arc électrique comme réactif dans la fabrication de l'acier* (4 février 1902).

318 507. — **Maiche et Farjas.** — *Nouveau système de télégraphie et de téléphonie sans fil* (8 février 1902).

318 528. — **Compagnie française des télégraphes et téléphones sans fil.** — *Système de récepteur d'ondes électriques (procédés Branly)* (8 février 1902).

318 667. — **Esnault-Pelterie.** — *Relais sensible de télégraphie sans fil* (13 février 1902).

318 680. — **Andriano.** — *Perfectionnements dans l'isolement des circuits pour la communication secrète dans les systèmes téléphoniques, comprenant des mécanismes indépendants de commutation et de signalisation et des dispositifs de contrôle des circuits y reliés* (14 février 1902).

318 689. — **Duquesne.** — *Système de signaux lumineux* (14 février 1902).

318 555. — **Deplanque.** — *Perfectionnements aux accumulateurs électriques* (10 février 1902).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Tramways de Paris et du département de la Seine. — Le 10 avril dernier s'est tenue l'assemblée générale ordinaire de cette Société.

Comme pour la plupart des Sociétés de transport à Paris, l'exercice 1901 s'est ressenti du lendemain de l'Exposition universelle. Néanmoins, il résulte des comptes présentés aux actionnaires, que les recettes de cette Société se sont maintenues à un niveau satisfaisant, inférieur sans doute au trafic de 1900, mais notablement supérieur à celui de 1899.

En pénétrant dans le détail des comptes de l'exploitation, on constate que les recettes brutes du trafic (y compris les produits de la ligne Paris-Saint-Germain, section de l'Étoile au pont de Neuilly), se sont élevées, dans les trois dernières années, aux chiffres suivants :

En 1899.	5 599 255,48 fr.
En 1900.	6 261 885,50
En 1901.	6 002 313.08

Le dernier exercice écoulé présente ainsi : par rapport à 1900, une diminution de recettes de 259 572,42 fr, et par rapport à 1899, une augmentation de 403 057,60 fr.

Sur les deux derniers exercices, les recettes se répartissent ainsi entre les diverses lignes du réseau :

	1900.	1901.
Courbevoie-Étoile (y compris les recettes locales des voitures de Saint-Germain) . . .	678 434,50	575 547,60
Paris-Saint-Germain (section de l'Étoile au Pont de Neuilly)	115 717,60	121 499,30
Suresnes-Courbevoie (cédée en août 1901). .	53 270,10	27 721,40
Courbevoie-Neuilly-Madeleine.	507 877.95	431 586.05
Neuilly-Saint-James-Saint-Augustin.	2 966,65	224 577,60
Neuilly-Château-Madeleine	208 603,65	253 787,05
Courbevoie (Pont de la Jatte)-Madeleine. . .	453 739,05	376 162.50
Levallois-Madeleine	373 639,05	321 263,20
Colombes-Asnières-Madeleine	371 454,50	358 805,20
Gennevilliers-Madeleine.	725 484,10	723 831.30
Saint-Denis-Madeleine	581 633,60	498 158,20
Saint-Denis-Neuilly (Porte-Maillot).	110 943.50	120 186,00
Saint-Denis-Opéra	540 006,55	505 246.15
Saint-Denis-Porte de la Chapelle (Chatelet). .	48 568,20	42 086.90
Aubervilliers-Place de la République	784 686.95	768 267.90
Pantin-Place de la République	535 590,95	475 015,25
Services de rabattage, etc.	169 289.00	228 566.48
Total	6 261 885,50	6 002 313.08

Les recettes hors trafic (affichage, subventions et redevances, ventes de vieilles matières, locations de voitures, intérêts d'avances, etc.) ont donné en 1901, une somme de 232 476,56 fr, contre 189 007,65 fr l'exercice précédent.

De sorte que les recettes de toute nature de 1901 se sont élevées à 6 234 789,64 fr, en diminution de 216 103,51 fr sur les produits correspondants de l'année 1900.

Du côté dépenses, frais généraux et charges des deux derniers exercices, les chiffres s'inscrivent comme suit :

En 1900. . .	4 932 657,08 fr	pour. . .	4 741 098 km parcourus.
En 1901. . .	4 907 472,04	— . . .	5 286 227	—
En moins. .	25 185,04 fr.	En plus .	545 129 km parcourus.

La dépense moyenne kilométrique est donc ainsi de 1,04 fr en 1900, et seulement de 0,928 fr en 1901.

Il est intéressant d'examiner aussi brièvement que possible les principaux chapitres de l'exploitation :

Administration centrale. — Pour cette division, les dépenses se sont élevées

En 1900 à.	237 142,68 fr.
En 1901 à.	234 781,54
Soit une diminution de . . .	2 361,14 fr.

Ci-dessous la comparaison des dépenses par chapitres :

	1900.	1901.
Conseil d'administration.	45 000,00	45 000,00
Commissaires des comptes.	3 000,00	3 000,00
Direction et personnel.	125 622,20	126 282,10
Loyer, réparations locatives, frais de bureau, chauffage et éclairage.	18 710,32	16 600,73
Frais judiciaires	6 137,40	7 664,40
Allocation à la caisse de secours et à la caisse de retraites du personnel	25 901,14	18 778,07
Intérêts et commissions, timbres, téléphone, Impressions, frais divers.	13 991,57	16 836,24
Totaux.	237 142,68	234 781,54

D'une année à l'autre, les allocations à la caisse de secours du personnel de la Compagnie ont diminué de 5000 fr environ. Cette réduction vient principalement de ce qu'une portion des dépenses, supportée auparavant par la Caisse de secours, est maintenant à la charge du Fonds d'assurances contre les accidents, lequel est alimenté exclusivement par les allocations de la Compagnie.

Exploitation. — Trafic. — Inspection. — Les dépenses de cette division étaient

En 1900 de.	836 562,41 fr.
Elles s'élèvent en 1901 à.	885 820,69
Soit une augmentation de . . .	49 258,28 fr.

Voici la comparaison des dépenses par chapitres :

	1900.	1901.
Service de l'inspection.	31 537,75	31 717,10
Contrôleurs.	246 420,57	256 903,43
Receveurs	429 266,94	463 252,71
Loyers des stations, chauffage et éclairage . . .	36 429,36	39 407,51
Location et lavage des voitures.	20 979,05	18 942,07
Imprimés de l'exploitation.	17 220,93	19 020,81
Accidents.	28 058,66	30 654,50
Services accessoires, timbres, téléphone, indemnités, allocations et frais divers	26 649,15	25 942,56
Totaux.	836 562,41	885 820,09

L'augmentation des dépenses, comme on le voit par ce tableau, porte : pour 44 448 fr sur le personnel des contrôleurs et des receveurs, pour 2978 fr sur les loyers, le chauffage et l'éclairage, pour 1800 fr sur les imprimés. Ces différences sont dues à l'ouverture de nouveaux bureaux-stations et au plus grand nombre de voitures mises en circulation.

Le chapitre Accidents est aussi en augmentation de 2956 fr et s'élève à 30 654,50 fr; mais il importe de remarquer que, dans cette dernière somme, entrent pour 20 000 fr les provisions portées d'autre part au crédit du Fonds d'assurance contre les accidents, et qui n'ont été dépensées qu'en faible partie.

Entretien. — Ateliers. — Magasins :

Dépenses de 1900	154 656,07 fr.
— 1901	156 806,87
Différence en plus	2 150,70 fr.

En voici la comparaison par chapitres :

	1900.	1901.
Frais généraux et divers.	18 021,34	27 708,75
Entretien des voitures, cadres et accessoires . .	85 740,33	84 624,02
Entretien et appropriation des bâtiments . . .	47 319,10	42 175,82
Entretien de l'outillage et du petit matériel . .	3 575,40	2 298,17
Totaux.	154 656,17	156 806,87

L'augmentation des frais généraux est due en grande partie aux dépenses qu'a entraînées le transfert des magasins et ateliers du dépôt d'Asnières, au nouveau dépôt de Saint-Ouen.

D'autre part, l'entretien des voitures et accessoires, qui se chiffre par 84 624 fr, ne s'applique qu'à un nombre restreint des voitures en service, puisque l'entretien des voitures électriques est à la charge des entreprises de traction.

Service de la voie. — Les dépenses de ce service, qui avaient présenté en 1900 un accroissement important, ont baissé en 1901 dans des proportions sérieuses, comme le montre d'ailleurs la comparaison suivante :

	1900.	1901.
Frais généraux et divers.	19 995,82	18 846,61
Nettoyage des voies	106 520,44	97 910,85
Entretien des voies et du matériel fixe.	121 806,27	93 209,95
Pavage des voies et des dépôts.	172 022,41	209 471,15
Renouvellement des voies.	265 800,70	171 504,75
Appropriation des dépôts (voies, fosses, etc.). .	7 935,42	20 760,57
Entretien de l'outillage et du petit matériel . .	22 338,86	15 898,61
Totaux.	716 439,92	627 602,27

L'ensemble des dépenses de la voie est inférieur de près de 89 000 fr aux dépenses correspondantes de 1900. Cependant le chiffre en est encore très élevé; c'est là, il est vrai, une conséquence prévue de l'application de la traction mécanique qui, par ses lourdes voitures, rend l'entretien des voies plus coûteux et leur renouvellement plus fréquent.

Impôts et charges. — Les impôts et charges imputables à l'année 1901, se chiffrent

Au total par.	481 267,18 fr.
La somme correspondante était en 1900 de . . .	522 039,54
Soit une diminution de.	40 772,36 fr.

Cette diminution porte sur les « droits de circulation » (taxe de 3 pour 100 sur les recettes des lignes à traction mécanique), sur les « correspondances », enfin sur les « intérêts d'emprunts » qui sont tombés à un chiffre insignifiant.

Par contre, les « droits de stationnement » payés à la Ville de Paris sont en augmentation de plus de 15 000 fr par suite du plus grand nombre de voitures en service et de l'application aux nouvelles lignes du droit onéreux de 0,50 fr par départ.

Au surplus, voici la comparaison des chapitres :

	1900.	1901.
Contributions directes	11 238,02	12 282.27
Contributions indirectes : droits de circulation	181 864,65	173 027,87
Ville de Paris : droits de stationnement	72 602,58	88 135.25
Abonnement au timbre	7 275.00	9 000.00
Redevances aux omnibus	105 385.92	105 385,92
Correspondances	71 186,24	59 017,89
Annuité au Crédit Foncier (intérêts)	17 621,95	17 150,65
Intérêt d'emprunts	41 939,53	3 600.10
Frais de contrôle de l'État	12 925,65	13 667,27
Totaux	522 039,54	481 267.18

Traction à vapeur, système Francq. — Les dépenses spéciales à cette traction se sont élevées :

En 1900	483 835,03 fr	pour	729 513	km parcourus.
En 1901	468 638,91	—	618 437	—

La dépense kilométrique est ainsi de 0,725 fr en 1901 au lieu de 0,663 en 1900. Il a fallu exécuter, sur les générateurs et les machines, des travaux de grosse réfection très onéreux et, malgré tous les efforts faits pour réduire les dépenses de la traction à vapeur, la Compagnie n'a pu éviter une légère aggravation du quantum kilométrique.

Traction électrique. — Les parcours kilométriques et les dépenses des divers services de traction électrique réunis donnent les résultats comparés ci-dessous :

En 1900	1 861 817,26 fr	pour	3 919 506	km parcourus.
En 1901	2 043 519,23	—	4 618 789	—

D'où il ressort que la dépense kilométrique de traction électrique a été de 0,475 fr en 1900 et de 0,442 fr en 1901.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur ces derniers chiffres, pour démontrer à nos lecteurs les avantages de la traction électrique sur les autres modes de traction, même mécanique.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1901

Actif.

Cautionnements de la Compagnie		174 483.48 fr.
Caisses et banquiers		864 367.57
Nue propriété de rentes		39 867,25
Approvisionnements		373 126,74
Immeubles : Terrains et constructions		3 564 305.72
Voies ferrées :		
Ancien réseau	3 595 771,67	
Constructions et réfections de lignes	3 032 829.14	
Concessions nouvelles	1 335 467,48	
		7 964 071,29
Usines et matériel d'exploitation :		
Usines et matériel de traction électrique	9 451 481,21	
Dépôts de Courbevoie et de Gennevilliers (sur terrains loués)	56 000.00	
Matériel de traction à vapeur	574 300.00	
Matériel roulant (anciennes voitures et accessoires)	433 278.00	
Cavalerie (18 chevaux)	9 550,00	
Outillage et petit matériel (dépôt, atelier, voie, etc.)	99 331.64	
Bureaux-stations et leur mobilier	53 700.06	
Mobilier de l'administration centrale	4 900,00	
		10 682 540,91
Comptes à amortir :		
Avances à la ville de Paris (pavages)	37 688,48	
Avances à l'Etat (réfection de l'avenue de Neuilly)	98 411,73	
Rachat d'annuités (primes Francq)	10 049,70	
Subvention pour les routes de Pantin et de Gennevilliers	47 708,61	
Subvention pour la ligne d'Aubervilliers	55 249,63	
		249 108,20
Comptes divers débiteurs :		
Constructions de lignes pour les lignes suburbaines	42 604.57	
Loyers d'avance et comptes divers débiteurs	189 751,56	
		232 355,73
Total		21 164 224,69 fr.

Passif.

Capital :		
Actions de capital (27 220)		13 610 000,00 fr.
Actions de jouissance (2165)		1 082 500,00
Emprunt hypothécaire		377 352,38
Comptes divers créditeurs :		
Coupons à payer	27 198.84	
Actions à rembourser	61 000.00	
Ville de Paris	33 247.76	
Recette des finances (département de la Seine)	13 667,27	
Administration du timbre	22 200,25	
Contributions indirectes	13 414,73	
Traitements et salaires échus	48 054,89	
Fournisseurs et entrepreneurs	303 792.75	
Marchés divers	3 634 410,71	
Cautionnements des agents	87 343,30	
Créanciers divers	193 226.73	
		4 637 759.25
Réserves :		
Réserve statutaire	332 030.32	
Réserve pour dépenses éventuelles	368 337,49	
Fonds d'amortissement des actions	338.21	
Compte des actionnaires (avant répartition)	93 243.11	
Fonds d'assurances contre les accidents	41 080,05	
Réserve spéciale d'amortissement	2 407 984,78	
Provision pour les voitures d'Asnières	28 724.94	
		3 291 761.08
Profits et pertes (divers amortissements déduits)		1 144 652,00
Total		21 164 224,69 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Recettes de l'exploitation et produits divers		6 234 789,64 fr.
Dépenses d'exploitation et frais généraux		4 907 472,04
Excédent de recettes		1 327 317,60
A déduire :		
Part attribuée à la direction	9 951,88	
Attribution à la réserve pour dépenses éventuelles	30 000.60	
Amortissement sur l'emprunt hypothécaire	10 629,57	
Amortissement sur outillage et approvisionnements	8 341.90	
Amortissement sur les voitures Serpollet	25 000,00	
Amortissement sur les anciennes voitures	13 885,15	
Attribution à la réserve spéciale d'amortissement	82 354,40	
		182 665,60
Produit net à répartir		1 144 652,00 fr.

Répartition du produit net :

5 pour 100 à la réserve statutaire	57 232,60 fr.
15 pour 100 au fonds d'amortissement des actions	171 697,80
Somme nécessaire pour distribuer :	
25 fr à 27 220 actions de capital	680 500,00
25 fr à 2165 actions de jouissance	54 125,00
	963 555,40 fr.
Sur le surplus des bénéfices montant à 181 096,60 fr :	
85 pour 100 aux actionnaires	153 932,11
10 pour 100 au Conseil d'administration	18 109,66
5 pour 100 pour attributions au personnel	9 054,83
Total	1 144 652,00 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

48 735. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 256. 25 Août 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

Téléphones de l'Industrie électrique :

Rédaction : N° 812-89.

Administration { N° 704-44. N° 704-23.

INFORMATIONS

La fixation de l'azote atmosphérique. — Comme complément à l'information publiée dans notre dernier numéro relativement à la fixation de l'azote atmosphérique, nous trouvons dans *The Electrical World* des renseignements très intéressants, et que nous allons résumer, sur les essais industriels relatifs à cette nouvelle application de l'énergie électrique.

Les procédés exploités à Niagara Falls par *The atmospheric Products C°*, sont le résultat des études de deux ingénieurs américains, MM. *Charles S. Bradley* et *B. R. Lovejoy*. En principe, le système consiste à reproduire, sur une échelle industrielle, l'expérience faite par Priestley en 1785, expérience qui démontra que, lorsqu'une étincelle éclate dans l'air, celui-ci se trouve chimiquement modifié. On a tout d'abord attribué à l'étincelle électrique la propriété de doubler la molécule d'oxygène et de former de l'ozone. En fait, si l'on tient compte de la température élevée développée par l'étincelle, et de l'instabilité de l'ozone qui se détruit spontanément à une température assez basse, on est amené à conclure qu'il s'agit plutôt d'une combinaison de l'oxygène avec l'azote de l'air, ce que l'expérience confirme.

Pour rendre le procédé industriel, il fallait multiplier le nombre et la puissance des arcs ou étincelles pouvant provoquer la combinaison, et c'est aux moyens d'obtenir économiquement ce résultat que les inventeurs ont travaillé depuis 1899, époque de leurs premières recherches.

Après avoir fait de nombreuses expériences sur la meilleure forme de courant à employer, la tension, la longueur, la fréquence des étincelles, la manière de les provoquer, la durée à donner à chacune d'elles, etc.; les inventeurs se sont définitivement arrêtés au courant continu, à la tension de 10 000 volts, en faisant jaillir l'étincelle spontanément à faible distance à travers l'air à traiter, et en séparant ensuite les contacts jusqu'à ce que l'arc se rompe par la distance rapidement croissante des points entre lesquels il s'est formé.

L'énergie électrique est fournie par une machine dynamo à courant continu, à excitation séparée, pouvant produire directement 10 000 volts. Elle alimente le système dans lequel les arcs se forment et se rompent à raison de 144 000 par minute.

Ces arcs se développent dans une sorte de réservoir cylindrique en fer dans lequel arrive l'air à traiter. Le pôle positif de la dynamo est relié à des contacts isolés disposés contre la paroi de ce cylindre en 23 rangées de 6 contacts chacun,

soit, en tout, 138 contacts. Devant ces contacts tournent autour d'un axe qui est celui du cylindre, 23 rangées de tiges rayonnantes, chaque rangée comportant 6 tiges. En tournant devant les contacts, ces tiges amorcent des arcs successifs et les éteignent, à raison de 3000 arcs par tige et par minute, l'axe qui porte ces tiges étant animé d'une vitesse angulaire de 500 tours par minute. Pour que l'amorçage de chacun de ces arcs ne mette pas la dynamo en court-circuit, on a disposé dans le circuit de chacun de ces arcs une bobine d'inductance calculée de telle façon que l'intensité qui traverse l'arc, malgré la tension de 10 000 volts soit insignifiante, à cause de la fréquence des interruptions. La circulation de l'air est réglée à environ 130 litres par arc et par heure.

L'air sortant du cylindre dans lequel il circule est chargé d'environ 2,5 pour 100 de vapeurs nitreuses qui viennent se déposer dans des tours à colonne d'eau et se transforment finalement en acide nitrique. En présence de la potasse ou de la soude, ces vapeurs nitreuses produisant des azotates de potassium ou de sodium, et, d'une façon générale, l'azotate dont on met la base en contact avec les vapeurs nitreuses.

Tel est, dans son ensemble, le procédé de fixation de l'azote atmosphérique de MM. Bradley et Lovejoy. A défaut de chiffres, il est impossible de se faire une opinion sur sa valeur industrielle, mais il suffit que des résultats aient déjà été obtenus pour que l'on puisse faire crédit aux inventeurs, dont l'un d'eux, tout au moins, s'est déjà fait connaître dans le monde électrique par des travaux des plus importants sur les courants alternatifs.

S'il était permis d'émettre une opinion dans des questions aussi neuves et aussi peu explorées, nous ferions observer — sous toutes réserves — que la voie dans laquelle se sont engagés MM. Bradley et Lovejoy n'est peut-être pas la seule que l'on puisse suivre avec succès pour la fixation de l'azote de l'air. Dans la communication faite par sir William Crookes, à Bristol, en 1897, l'illustre savant anglais attribuait la formation des composés nitreux à une simple combustion de l'azote dans l'air, combustion qui ne pouvait se produire qu'à une température élevée obtenue grâce à l'arc électrique, et qui cessait dès que l'appoint de chaleur apporté par l'arc, chaleur nécessaire au maintien de cette température élevée, cessait lui-même.

Cette manière de voir semble confirmée, pour nous, par les expériences faites à l'Exposition de 1900, dans la section allemande du Palais de l'électricité, par la maison Siemens et Halske. Après chaque série d'arcs amorcés sur un transformateur donnant des arcs de 12 000 à 15 000 volts dans l'air entre les branches d'un parafoudre à cornes relié aux deux pôles du secondaire du transformateur, une odeur forte et caractéristique de vapeurs nitreuses se répandait dans le voisinage, et persistait pendant quelques minutes. Il ne pouvait naturellement pas être question d'ozone aux températures atteintes dans cet arc, et l'on serait plutôt porté à croire que, conformément aux vues émises par sir W. Crookes, la combinaison de l'oxygène et de l'azote s'obtenait par suite de la haute température à laquelle le mélange des deux gaz, mélange qui constitue l'air atmosphérique, était porté.

Si cette manière de voir était fondée, on conçoit qu'il pourrait être plus avantageux de produire la combinaison en faisant usage d'un arc *permanent*, dans lequel on amènerait l'air préalablement porté à une haute température par des moyens plus directs et plus économiques que l'arc lui-même, l'arc n'aurait plus alors qu'à faire l'appoint de chaleur nécessaire pour porter la température de l'air de 1500 à 1800 degrés centigrades, par exemple, à la température encore inconnue à laquelle se fait la combinaison. Nous ne nous dissimulons pas que la production de cet arc continu, dans un milieu à haute température, présente des difficultés de même ordre que celles rencontrées par MM. Bradley et Lovejoy avant de réussir techniquement, sinon industriellement, leur fabrication, mais il nous semble néanmoins que, dans l'état actuel de nos connaissances encore très imparfaites sur ce sujet si plein d'avenir, il serait bon d'envisager toutes les solutions possibles ou simplement acceptables, avant de se lancer dans une voie unique, parce que des pionniers heureux et persévérants l'ont frayée avec un succès relatif, sans avoir cependant la certitude qu'elle fût la meilleure. En tout cas, le problème est nettement posé, les premiers résultats sont acquis, et tout nous fait espérer une solution définitive prochaine.

Emploi de l'arc électrique pour couper le fer. — D'après le *Western Electrician*, on a fait l'essai récemment à Chicago de l'arc électrique pour réduire en sections maniables et faciles à enlever quatre grands réservoirs en tôle de fer de 9 mm d'épaisseur, placés au 15e étage de l'Auditorium. La nécessité de ne pas interrompre la marche de l'établissement rendait impossible l'emploi des moyens habituels.

On s'est servi du courant d'éclairage réduit à 50 volts; l'intensité n'a pas dépassé 75 à 80 ampères. L'un des pôles était relié au réservoir, l'autre à un crayon d'anthracite d'un pouce de diamètre et de 30 cm de long, porté par un manche approprié. Les yeux de l'opérateur étaient protégés par des lunettes bleues garnies de drap noir. Le charbon étant mis en contact avec le métal du réservoir, puis écarté, il se produisait un arc de 6 à 8 cm de longueur, qui chauffait le fer à blanc et le fondait, les gouttelettes jaillissant de tous côtés jusqu'à une distance de 40 cm. Quatre secondes et demie suffisaient pour percer la paroi, et, en déplaçant le charbon, on coupait le trait à la vitesse de 70 cm par minute. On n'a usé, pour couper 140 mètres de développement, que deux charbons de 1,25 fr.

Concours pour le prix Galileo Ferraris. — La commission pour le prix Galileo Ferraris, institué en 1898, composée des représentants du comité exécutif de l'Exposition générale italienne de Turin 1898, de la Chambre de commerce, de l'Académie royale des sciences, et du musée industriel italien de Turin, a délibéré de renouveler un concours international pour ce prix, à l'occasion de l'inauguration, dans la seconde moitié de septembre prochain, du monument qui sera érigé à Turin en l'honneur de cet illustre savant.

Ce prix consiste en 15 000 lires italiennes, plus les intérêts échus et à courir depuis 1899 jusqu'au jour où le prix sera décerné. Il sera conféré à l'auteur d'une invention constituant un progrès notable dans les applications industrielles de l'électricité.

Les concurrents pourront présenter, soit des mémoires, soit des projets et des dessins, soit des machines ou des appareils relatifs à leur invention. Le jury, qui sera nommé par la commission susdite, aura les plus amples pouvoirs pour faire exécuter des expériences pratiques relatives aux inventions présentées au concours, et aux machines et appareils respectifs. Les concurrents pourront présenter leur demande et consigner les travaux, les machines, les appareils, et tout tout ce qui peut concerner leur invention, jusqu'au 15 septembre 1902, 6 heures du soir au plus tard, au Secrétariat de la Commission, qui a son siège près le Comité Administratif de la première Exposition Internationale d'Art décoratif moderne 1902, au Palais de la Chambre de Commerce de Turin, *Via Ospedale*, 28, Turin.

Pour éviter toute perte de temps, nous prions nos lecteurs de vouloir bien adresser toutes les communications concernant la Rédaction à M. É. HOSPITALIER, 87, boulevard Saint-Michel, et toutes celles relatives à l'Administration, 9, rue de Fleurus, Paris.



CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bougie (Algérie). — *Traction électrique.* — Peu à peu les applications de l'énergie électrique pénètrent dans toutes les colonies et jusque dans les villes les plus retirées. Une feuille ocale nous apprend en particulier qu'une enquête est ouverte dans les communes de Sétif, Bougie, Soumane, Oued-Marsa et Guergour, pour avis préalable à la déclaration d'utilité publique de construction d'un tramway électrique de Sétif à Bougie sur la route nationale n° 9.

Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales). — *Traction électrique.* — Nous apprenons que les travaux destinés à établir le tracé de l'avant-projet pour l'établissement de la ligne électrique reliant Joncet à Bourg-Madame, avancent rapidement.

On nous annonce que M. Drogue, ingénieur en chef des ponts et chaussées, adjoint à l'inspecteur général du contrôle des chemins de fer, a eu une longue entrevue avec MM. Baldy, ingénieur en chef à Perpignan, et Gay, ingénieur ordinaire à Prades, au sujet de la ligne de tramway électrique de Joncet à Bourg-Madame.

M. Drogue visitera sous peu le haut arrondissement de Prades pour examiner de près le tracé projeté.

Ajoutons en terminant que l'avant-projet de la ligne électrique de Joncet à Bourg-Madame sera très prochainement soumis à l'enquête.

Pierrefeu (Var). — *Adjudication.* — On annonce comme prochain un concours pour l'installation de l'éclairage électrique dans l'asile d'aliénés; la mise à prix serait de 76 699 fr.

ÉTRANGER

Ehrenfeld (Allemagne). — *Traction électrique.* — Les applications de l'électricité dans les mines continuent à faire de nouveaux progrès. Tandis que la première installation de traction électrique dans les mines de houille remonte à 1887, on cite aujourd'hui bon nombre de mines munies des derniers perfectionnements; on peut citer en particulier les installations récentes des mines d'Ehrenfeld.

La station renferme deux génératrices polymorphiques de 150 kw, excitées séparément et donnant, ou du courant continu à 275 volts, ou des courants triphasés à 179 volts, 25 périodes. Ces derniers sont élevés à la tension de 5600 volts et envoyés à une sous-station distante de 2,7 km de l'usine génératrice; des transformateurs abaisseurs de tension et des commutatrices effectuent la transformation inverse dans la sous-station. Le courant continu fourni par l'usine sert à la traction en dehors de la mine; celui que fournit la sous-station est utilisé dans la mine elle-même. La traction est effectuée par 4 locomotives de 13 tonnes pouvant remorquer des rames de 50 wagons; il y a en outre 4 treuils électriques de 80 chevaux pour la traction sur des plans inclinés. Les génératrices polymorphiques sont du même type que les commutatrices de la sous-station et serviront également de commutatrices de courants triphasés en courant continu lorsque le développement de l'installation exigera une augmentation de la puissance; toutes les commutatrices seront alors alimentées par des courants à 5600 volts fournis par de grands alternateurs.

Hagneck (Suisse). — *Station centrale.* — On vient d'inaugurer dans cette ville une importante station centrale destinée à distribuer l'éclairage et la force motrice dans toute la région comprise entre le lac de Neuchâtel, le Jura et l'Aar. L'usine est située près de l'embouchure, dans le lac de Bienne, elle utilise un canal de dérivation construit en 1870-1880, pour dériver dans ce lac la rivière l'Aar, qui était sujette à de nombreux débordements : le lac sert en quelque sorte de bassin de retenue, ses eaux étant rejetées dans l'Aar, par la Zihl. Par la construction d'un barrage, on a créé une chute de 5,8 à 7,5 m, suivant la hauteur des eaux. 5 turbines verticales du type centripète de la maison Belt et Cie, de Kriers (Suisse), d'une puissance individuelle de 1300 chevaux (et même 1500) et d'un rendement mécanique de 0,80 à 0,82, actionnent 5 alternateurs triphasés Brown, Boveri et Cie; une turbine de 45 chevaux met en mouvement une transmission permettant la manœuvre des portes des chambres des turbines principales; 2 turbines de 20 chevaux sont affectées à des excitatrices. Les alternateurs donnent, à la vitesse angulaire de 100 t : m, des courants de fréquence 40 sous la tension de 8000 volts. Chacun est pourvu d'une excitatrice à axe vertical, actionnée par la turbine principale; ces excitatrices sont elles-mêmes à excitation indépendante, leur courant d'excitation étant fourni par les deux petites excitatrices des turbines de 20 chevaux; ces dernières dynamos donnent chacune 100 ampères sous 120 volts; les excitatrices principales fournissent chacune 220 ampères sous 120 volts; cette disposition, en apparence compliquée, a été adoptée pour faciliter la régulation des machines. Le tableau principal de distribution présente quelques particularités : les barres collectrices peuvent être sectionnées en quatre endroits, de manière à pouvoir isoler un ou plusieurs groupes générateurs en cas de réparations; il y a deux séries de trois barres collectrices, les alternateurs et les feeders de départ pouvant être connectés à volonté à l'une ou l'autre série, pour permettre de grouper, d'une part, les feeders alimentant des réseaux d'éclairage ou de distribution de force motrice à faibles variations de charge et, d'autre part, ceux qui alimentent des réseaux à fortes variations. Les lignes de transmission à haute tension sont constituées par des fils de cuivre de 6,7 à 8 mm de diamètre, supportés par des poteaux de bois. Les sous-stations de transformation sont de simples édicules en béton armé, renfermant des transformateurs abaissant la tension à 125 volts. Pour la ville de Bienne, qui consomme environ 500 kilowatts, la tension est d'abord réduite de 8000 à 2000 volts, dans deux sous-stations d'où l'énergie est transmise par canalisations souterraines aux postes de transformation à 125 volts. Pour la force motrice, l'énergie électrique est vendue 270, 210, 185 et 145 fr le cheval-an pour des puissances de 0,1, 1, 10 et 100 chevaux; une réduction de 50 pour 100 est accordée aux clients s'engageant à ne faire usage de force motrice qu'en dehors des heures d'éclairage; pour l'éclairage, l'abonnement est fixé par lampe et par an : une lampe de 16 bougies est tarifée 10,5 fr, 16 ou 21 fr par an, suivant que la nature de la pièce où elle est placée fait prévoir qu'elle sera allumée moins de 400 heures, ou de 400 à 1000 heures, ou enfin plus de 1000 heures par an.

Hoeylaert (Belgique). — *Éclairage.* — Décidement, toute la partie rurale de ce pays sera éclairée à l'électricité avant que les agglomérations importantes songent à réaliser une telle amélioration. Pour la grande majorité des communes situées à l'ouest du canal de Bruxelles à Charleroi, la chose est faite depuis quelque temps. Cette année, c'est la commune de Hoeylaert qui s'est engagée dans cette voie. Elle a signé un contrat en vertu duquel la commune sera pourvue d'un réseau électrique complet destiné à assurer l'éclairage et la force motrice.

L'éclairage des rues comprendra 125 lampes de 16 bougies. Les travaux d'installation sont poursuivis avec activité, et il est permis d'espérer que le service fonctionnera au mois de septembre prochain.

Leghorn (Italie). — *Traction électrique.* — La ville de Leghorn a adopté la traction électrique sur son réseau de tramways et sur une ligne interurbaine qui va de Leghorn à Montenero. Le matériel générateur se compose de trois machines à vapeur dont chacune actionne un moteur à courant continu donnant 400 ampères à 600 volts. Sur le réseau urbain le fil de trolley aérien, du type ordinaire, est divisé en quatre sections alimentées chacune par un feeder; les rails servent au retour du courant. Les voitures automotrices ont une puissance de 25 chevaux. Sur la ligne de Leghorn à Montenero, où se trouvent des pentes fort raides, les voitures automotrices sont munies de deux moteurs Schuckert de 30 chevaux; le fil de trolley est double et divisé en trois sections d'alimentation. Cette ligne a 10 km de longueur. La puissance totale maxima fournie par l'usine génératrice est de 590 kw.

Milan (Italie). — *Traction électrique.* — L'installation de la ligne Milan-Varese, telle qu'elle a été conçue primitivement, c'est-à-dire comme ligne d'essai, a été établie avec le moins de frais possible en réduisant la puissance disponible à la quantité nécessaire pour la mise en exploitation. Depuis, le développement de la ligne nécessite un agrandissement des usines génératrices et il y aurait tout avantage à compléter la puissance disponible par des batteries d'accumulateurs plutôt que par de nouvelles unités génératrices. Les avantages de cette solution sont de deux sortes : d'abord les machines génératrices marchant à puissance constante voisine de la charge maxima ont un rendement bien meilleur que lorsque leur charge n'atteint pas cette limite; ensuite l'emploi de batteries permet d'assurer le service même si, par suite d'une cause accidentelle, l'usine génératrice subissait un arrêt momentané, et l'on sait combien cet accident est à prévoir et quel inconvénient un arrêt peut présenter dans un service public comme celui de cette ligne avec des vitesses de 90 km à l'heure et parfois des intervalles de quelques minutes. La partie de la ligne actuellement en service s'étend sur une longueur de 60 km. Elle est alimentée par les sous-stations de Musocco, Parabiago, Gallarate et Gazzada. Un prolongement de Varese à Porto-Ceresio d'une longueur de 15 km est en construction. Il sera alimenté par la sous-station de Bisuschio. L'énergie est fournie actuellement par la station centrale à vapeur de Tornavento à 10 km de la ligne; cette usine doit recevoir plus tard l'énergie électrique du Tessin.

Presbourg (Allemagne). — *Éclairage.* — La station centrale de cette ville vient d'être inaugurée; elle ne comporte que des moteurs à gaz, ce qui en constitue l'originalité. La construction et l'équipement de l'usine ont été mise en adjudication. Sur huit maisons concurrentes, six proposaient le courant continu à 2.220 volts, et deux, des courants triphasés. On n'a retenu que les projets relatifs au courant continu. Restait à choisir entre le gaz et la vapeur. Pour les moteurs à vapeur, on garantissait une consommation de 7,5 à 9 kg de vapeur par cheval-heure indiqué, soit 9 à 10 kg par cheval-heure effectif, ce qui correspond à 1,55 à 1,5 kg de charbon par cheval-heure au frein. De leur côté les constructeurs de moteurs à gaz affirmaient ne pas consommer plus de 0,62 kg de coke de hauts fourneaux de Silésie par cheval-heure mesuré au frein. De ces offres, comparées au prix du combustible à Pressbourg, il résulte que le cheval-heure revient à 0,02 fr pour le gaz et 0,05 fr pour la vapeur. Mais ces chiffres séduisants ne pouvaient être acceptés sans contrôle. C'est pourquoi l'auteur du projet s'est adressé à des installations existantes et de capacité à peu près égale pour avoir une moyenne annuelle de la dépense en anthracite et coke. De son enquête, il a recueilli les renseignements suivants : le kilowatt-heure entraîne une consommation de 1,1 kg pour moteur à gaz et 3 à 4 kg de houille d'un pouvoir calorique de 6500 à 7000 calories pour le moteur à vapeur. La comparaison faite sur ces bases fut à l'avantage du moteur à gaz. Ces moteurs ont été fournis par B. et E. Körting; aux essais de réception, on a relevé une dépense de 0,856 kg de coke des hauts fourneaux de Silésie par kilowatt-heure, contre 0,88 kg de coke de gaz. Le pouvoir calorique du premier combustible mesuré a donné 6400 calories; il y a donc 15,6 pour 100 de la chaleur dépensée disponible aux bornes de la dynamo, ce que l'auteur considère comme un rendement très avantageux.

La composition du gaz est la suivante en pour 100 : Hydrogène 18, oxyde de carbone 26, carbures lourds 2, acide carbonique 7, azote 47. Son pouvoir calorique varie entre 1200 à 1500 calories. L'allumage du mélange explosif est électrique. Les deux moteurs ont une puissance de 125 chevaux effectifs à raison de 120 tours-minute. Les dynamos shunt sont calées directement sur l'arbre des moteurs; leur puissance est 88 kilowatts et la tension de 450 à 600 volts. On peut accroître leur vitesse de 10 pour 100 en réduisant les masses des régulateurs; ils peuvent alors servir à charger directement la batterie d'accumulateurs, du moins pendant la première période de la charge qui se termine ensuite à l'aide d'un survolteur. La distribution est à trois fils et la tension de 220 volts par pont. L'égalisation de la charge s'obtient au moyen de deux survolteurs et une batterie d'accumulateurs de 274 éléments d'une capacité de 1200 ampères-heure. Cette importance considérable attribuée à la batterie permet de faire travailler toujours les moteurs à pleine charge, c'est-à-dire dans les conditions de rendement maximum. Le fil neutre est en cuivre nu, on le remplace par des câbles armés dans le voisinage des conduites électriques des tramways afin de diminuer les courants vagabonds.

Seneff (Belgique). — *Éclairage.* — La ville de Seneff a inauguré dernièrement sa distribution d'eau potable et l'installation de l'éclairage électrique. L'énergie électrique est fournie par l'usine d'Oisquercq. Toutes les rues sont brillamment éclairées le soir; les particuliers peuvent s'abonner moyennant une minime redevance.

Vevey (Suisse). — *Traction électrique.* — Un chemin de fer funiculaire électrique a été récemment installé pour relier Vevey au mont Pélerin. Cette ligne, longue de 1588 m, présente une différence d'altitude de 416 m entre les terminus; les pentes varient de 13 à 54 pour 100. La traction des voitures se fait par câble. La force motrice est fournie par des moteurs à gaz couplés à des dynamos à courant continu, installés dans une station située à mi-côte. De là, l'énergie est transmise à la station supérieure, où se trouvent une batterie d'accumulateurs et un moteur électrique qui actionne le câble. Il est assez curieux de voir employer des moteurs à gaz dans un pays où les chutes d'eau sont en abondance.

Zurich. — *Traction électrique.* — La Suisse devant acheter à l'étranger tout le charbon qu'elle consomme, on a déjà proposé de remplacer sur ses chemins de fer la traction à vapeur par la traction électrique, en utilisant la puissance hydraulique disponible dans le pays. L'ingénieur Thormann, de Zurich, vient de publier une étude intéressante sur la question. Il faudrait 30000 chevaux pour les cinq lignes principales, ce qui nécessiterait la production d'énergie électrique jusqu'à concurrence de 60000 chevaux, sous forme de courants alternatifs à haute tension. Thormann donne une liste d'usines hydrauliques qui sont, soit en projet, soit en cours de construction, dont la puissance totale atteint 86000 chevaux. Cette étude a éveillé l'attention, et la Maschinenfabrik d'Oerlikon vient de demander au gouvernement fédéral la concession d'une ligne à voie normale de 20 km de longueur, dans un but d'expériences de traction électrique.

SUR LES ORGANES ÉLECTRIQUES

DES

AUTOMOBILES A MOTEUR THERMIQUE

L'électricité n'a joué jusqu'à ce jour un rôle important que dans les voitures électriques proprement dites, (voitures à accumulateurs, *accumobiles*), et dans les voitures mixtes, ou pétroléo-électriques, dans lesquelles le moteur thermique actionne soit un groupe électrogène qui maintient les accumulateurs en charge (systèmes Patton, Kriéger, etc.), soit une dynamo reliée au moteur thermique et aux accumulateurs fonctionnant, par une variation convenable de son excitation, alternativement en générateur ou en moteur, suivant que la route exige une puissance plus petite ou plus grande que celle que peut développer le moteur thermique (systèmes Dowsing, Pieper, Jenatzy, etc.)

L'expérience a prouvé que la voiture électrique présentait des qualités de douceur, de souplesse, de commodité de manœuvre des plus précieuses, et c'est toujours l'accumulateur qui, par son poids, son prix, son entretien onéreux, s'est opposé, jusqu'à ce jour, au développement normal des voitures électriques et des voitures mixtes.

Peut-on donner les mêmes qualités à une voiture actionnée par un moteur thermique en substituant aux organes mécaniques encore imparfaits qu'elle utilise, des organes électro-mécaniques plus adéquats aux fonctions qu'ils doivent remplir?

Si l'on en juge par les recherches qui se poursuivent de différents côtés à la fois pour résoudre le problème, il n'est pas douteux que la question ne reçoive une réponse affirmative, car elle présente un très grand intérêt pour les électriciens, les constructeurs de voitures, et les chauffeurs eux-mêmes. Le rôle que l'électricité est appelée à jouer dans les automobiles à moteur thermique est celui d'un organe élastique interposé entre le moteur et les roues, soit comme simple embrayage, soit comme embrayage et changement de vitesse continu, soit enfin comme transmission électrique, le moteur thermique commandant une dynamo dont le courant alimente le moteur ou les moteurs actionnant les roues par des combinaisons et des couplages plus ou moins ingénieux, plus ou moins pratiques.

C'est à l'examen des principes de ces solutions que cet article est consacré, mais avant de passer ces solutions en revue, il importe de faire rapidement ressortir les inconvénients que présentent actuellement les organes purement mécaniques auxquels on cherche à substituer des dispositifs électriques.

Embrayage. — On reproche à l'embrayage mécanique sa brutalité, lorsqu'il est manœuvré sans ménagements, son manque d'élasticité et, lorsque l'on en fait un abus pour des démarrages trop fréquents, son usure et sa combustion, panne classique à laquelle on ne peut remédier en moins de quelques heures.

Changements de vitesse mécaniques. — Leur principal inconvénient réside dans l'impossibilité où l'on se trouve avec eux de fonctionner toujours à la bonne vitesse, celle qui correspond à la meilleure utilisation du moteur. Le passage d'une vitesse à une autre ne se fait pas toujours dans les meilleures conditions, et l'obligation dans laquelle on se trouve de donner aux dents des engrenages du changement de vitesse des formes spéciales, qui facilitent ces changements, se traduit par un sacrifice dans le rendement de cet organe intermédiaire et une usure rapide. On a vainement cherché jusqu'ici un changement de vitesse continu, progressif, purement mécanique; les systèmes électriques paraissent devoir fournir à bref délai des solutions élégantes, présentant cette continuité d'action si désirable et si désirée.

Transmission. — Prise dans son ensemble, la commande purement mécanique manque d'élasticité. Lorsque le cône d'embrayage est engagé à fond, il solidarise invariablement tous les organes moteurs du véhicule sans interposition d'aucun organe élastique intermédiaire. Les chocs imposés par la route se répercutent, malgré l'amortissement précieux mais insuffisant des pneumatiques, sur tous les organes de transmission, et les soumettent à des efforts et des chocs d'autant plus sévères que la vitesse est plus grande, que la route est plus cahoteuse. L'interposition d'un organe électrique permettant un certain glissement entre les vitesses angulaires relatives des roues et du moteur, réduirait dans une grande mesure les chocs et l'usure auxquels se trouvent forcément soumis des organes connectés d'une façon rigide.

Nous nous proposons de passer en revue, dans cet article, les organes électriques pouvant se substituer avec avantage aux organes mécaniques correspondants.

I. — Embrayages

Suivant la nature des actions mises en jeu, on peut diviser les embrayages électriques en deux classes : les embrayages *magnétiques* et les embrayages *électromagnétiques.*

Embrayages magnétiques. — Ces appareils rappellent en principe le cône de friction, et présentent les mêmes inconvénients que celui-ci, sous réserve de la non-carbonisation d'un cuir qu'ils ne comportent pas. Ils sont constitués, en principe, par deux plateaux en acier doux montés en regard l'un de l'autre et clavetés respectivement sur les deux arbres que l'on veut embrayer. Une gorge ménagée dans l'un des plateaux porte un bobinage dans lequel on amène, à l'aide de deux balais appuyant sur deux bagues collectrices isolées et reliées aux extrémités du bobinage, le courant fourni par une batterie de

deux ou trois accumulateurs. En intercalant un rhéostat entre la batterie d'accumulateurs et le bobinage, on peut régler à volonté l'intensité du courant, et, par suite, l'attraction et l'adhérence des deux plateaux soumis à l'action magnétisante de ce débrayage parfait : en augmentant l'intensité du courant, on exerce entre les deux plateaux une attraction qui les fait adhérer plus ou moins complètement, et permet un glissement avec effort d'entrainement variable et réglage à volonté par le rhéostat. Pour le courant maximum, l'adhérence entre les deux plateaux est complète, et il y a entraînement sans glissement.

Dans tous les appareils de ce genre, le glissement et l'échauffement qui en résulte pendant la mise en vitesse se localisent à la surface des plateaux, ce qui est un inconvénient lorsque la voiture fonctionne pendant un certain temps à vitesse variable, par simple glissement de l'embrayage. En second lieu, l'embrayage magnétique établi à fond, avec le courant maximum, ne permet pas le glissement caractéristique des autres systèmes d'entraînement électriques, et présente, par suite, une sérieuse infériorité. Enfin, il exige une source électrique spéciale, peu importante, il est vrai, mais qui, venant à faire défaut, cause une panne à laquelle il est difficile de remédier.

Pour toutes ces raisons, l'embrayage magnétique n'a pas obtenu le succès que l'on pouvait espérer pour ce système et il est aujourd'hui abandonné par tous ceux qui l'ont expérimenté.

Embrayages électromagnétiques. — Un embrayage de ce genre est constitué, en principe, par une dynamo à courant continu dont l'inducteur et l'induit sont respectivement montés sur les deux arbres que l'on veut embrayer. Cette dynamo peut être série, shunt ou compound, mais, au point de vue de la simplicité et du bon fonctionnement de l'embrayage, c'est l'enroulement série qui doit être préféré. Les inducteurs étant plus massifs que l'induit, et présentant, par rapport à l'axe de rotation, un moment d'inertie plus grand que celui-ci, il est préférable de relier les inducteurs à l'axe du moteur et l'induit au différentiel. Les balais appuyant sur le collecteur de l'induit sont fixés sur l'inducteur et tournent avec lui.

Le circuit se ferme à travers un rhéostat variable extérieur, commandé à la main ou à la pédale, et en relation avec la dynamo à l'aide de deux bagues collectrices sur lesquelles appuient deux balais liés au rhéostat. En pratique, on peut n'employer qu'une seule bague et la masse, afin d'économiser une bague et un contact. Lorsque la résistance intercalée dans le rhéostat par le circuit est infinie, il ne passe aucun courant dans la dynamo et l'induit reste immobile par rapport à l'inducteur, qui tourne alors à une grande vitesse. C'est la position du débrayage.

Si on ferme le rhéostat sur une résistance appropriée, la dynamo série s'amorce et produit un courant : sous l'influence de ce courant, l'inducteur tend à entraîner l'induit, en exerçant un couple dont la grandeur dépend à la fois de la nature du terrain, de la pente et de la résistance du circuit électrique. On peut en graduer la grandeur à volonté pendant la période d'accélération, en agissant sur le rhéostat. En diminuant graduellement la résistance intercalée, on augmente la vitesse de l'induit, et, au moment du court-circuit, la vitesse de cet induit est sensiblement égale à celle de l'inducteur, sauf le léger glissement nécessaire pour maintenir le courant du court-circuit dans la dynamo. Ce glissement est d'ailleurs variable avec la résistance rencontrée à chaque instant par le véhicule, et c'est cette variation qui donne à l'embrayage ses qualités si précieuses de souplesse et d'élasticité. Lorsque l'embrayage est engagé à fond, c'est-à-dire lorsque la résistance du circuit extérieur représenté par le rhéostat est nulle, l'inducteur et l'induit tournent tous deux à une très grande vitesse absolue, mais la vitesse relative de l'induit dans le champ inducteur est très faible. Les pertes propres de la dynamo se réduisent alors aux pertes par effet Joule dans l'inducteur et l'induit. Il n'y a qu'une perte insignifiante par hystérésis et par courants de Foucault, par suite de la faible vitesse angulaire relative des deux organes, et le rendement de l'embrayage électrique ainsi constitué est bien supérieur à celui d'une dynamo de même puissance fonctionnant dans les conditions ordinaires.

L'embrayage électromagnétique donne pratiquement toutes les vitesses, à la manière d'une courroie qui glisse ou d'un cône d'embrayage qui patine, depuis l'arrêt correspondant au débrayage, jusqu'à la vitesse maxima correspondant à la mise en court-circuit de la dynamo. Il est continu, progressif, et agit par glissement variable, mais sans aucun danger d'échauffement de la machine, parce que la chaleur développée pendant les périodes de glissement se dissipe, non pas dans la dynamo, mais dans le rhéostat, c'est-à-dire *extérieurement* à la machine, dans un organe spécialement établi pour verser cette chaleur dans le milieu ambiant.

Par suite des propriétés de la dynamo-série, le couple moteur diminue lorsque la vitesse du véhicule tend à s'accélérer, il augmente lorsqu'elle tend à se ralentir, et cet effet se produit automatiquement, par les effets mêmes de la dynamo-série.

Si, par exemple, les roues motrices rencontrent un caniveau, le couple moteur s'affaiblit pendant que les roues descendent dans le caniveau, ce qui est une condition favorable à la marche régulière du véhicule, et ce couple moteur augmente automatiquement dès que les roues motrices tendent à remonter le caniveau, ce qui est encore une condition favorable. Il en est de même, au signe près, dans le cas d'un dos d'âne. Les variations du couple moteur sont donc toujours de sens tel qu'elles s'opposent automatiquement aux variations brusques de vitesse, ce qui est une condition favorable à la fois à la régularité de marche et à la suppression des chocs si nuisibles à la conservation des organes du véhicule.

Malgré ces nombreux avantages, signalés déjà pour la



plupart par un ingénieur américain, M. Morrison, en 1898, son emploi ne s'est pas répandu, pour plusieurs causes, parmi lesquelles il convient de signaler son prix et son poids plus élevés que ceux des embrayages mécaniques ordinaires à cône et cuir de friction. De plus, si l'embrayage électrique donne toutes les vitesses par glissement, il ne les donne qu'au prix d'un sacrifice sur la puissance du moteur thermique, dont une partie se dépense dans le rhéostat, en pure perte. De plus, le couple moteur, pour une vitesse donnée, ne peut dépasser une valeur donnée, limitée par le moteur même, qu'en ayant recours à des artifices.

Le plus simple de ces artifices consiste à utiliser l'embrayage électromagnétique avec un changement de vitesse ordinaire, mais cette solution ne saurait plus être recommandée à l'heure actuelle, puisqu'il existe des systèmes dans lesquels on obtient simultanément l'embrayage et les changements de vitesse progressifs, y compris la marche arrière.

Un second artifice consiste à supprimer les changements de vitesse, en employant un moteur assez puissant pour pouvoir franchir toutes les côtes à la vitesse unique choisie qui est précisément la grande vitesse. Cette solution conviendrait pour les voitures de courses, dont elle simplifierait considérablement le mécanisme, en réduisant les changements de vitesse et l'embrayage à un simple rhéostat, mais qui serait inapplicable aux voitures de tourisme, dont elle majorerait la consommation dans des proportions inacceptables.

Un troisième artifice consiste à adjoindre au moteur thermique de puissance moyenne, un moteur auxiliaire de puissance indéfinie faisant l'appoint, positif ou négatif, de puissance, et permettant d'obtenir, à un instant donné, un couple moteur aussi grand qu'il est nécessaire pour vaincre les obstacles de la route. Ce moteur auxiliaire n'est pas autre chose qu'un volant tournant à grande vitesse (plus de 200 m par seconde à la périphérie) sous l'action du moteur thermique auquel il est invariablement relié, emmagasinant une grande quantité d'énergie mécanique sous un faible poids. Ce volant permet au moteur de fonctionner à vitesse constante, quelle que soit la puissance qu'on lui demande et le couple résistant qu'on lui oppose : il permet donc l'emploi de l'embrayage à glissement variable, sans changement de vitesse, et sans l'emploi d'un moteur de puissance excessive.

L'embrayage électrique constitue également, *sans dispositif spécial*, une véritable dynamo prête à fonctionner dès que le véhicule est arrêté, en calant simplement les roues avec le frein. Cette dynamo peut alors alimenter un projecteur pour la guerre, des lampes à incandescence pour une fête, charger des accumulateurs dans la remise pour l'éclairage à la campagne, etc.

Nous aurons l'occasion de faire connaître prochainement à nos lecteurs les résultats obtenus avec une voiture actuellement en montage, et dans laquelle nous avons appliqué le volant et l'embrayage électrique.

II. — Changements de vitesse.

Comme pour les embrayages, il y a lieu de subdiviser les systèmes de changements de vitesse électriques en deux classes, suivant qu'ils sont magnétiques ou électromagnétiques.

Changements de vitesse magnétiques. — Dans ces systèmes, dont l'emploi ne s'est pas d'ailleurs répandu, malgré certains dispositifs intéressants, le rôle de l'électricité n'est que secondaire : il se réduit à embrayer, dans un système de changement de vitesse purement mécanique avec engrenages toujours en prise, le train correspondant à la vitesse que l'on veut réaliser.

Ce résultat est obtenu à l'aide de commutateurs qui envoient successivement le courant dans l'ordre voulu, avec ou sans intercalation de résistances dans les différents embrayages qui solidarisent le train de roues convenable avec l'arbre du moteur. Grâce au glissement que permet l'embrayage électrique, les entraînements se font sans chocs, et avec une douceur bien plus grande que celle obtenue avec les trains baladeurs et les cônes de friction.

Il est peu probable que ce système fasse l'objet, dans l'avenir, de nouvelles recherches et de développements importants. Il présente, en effet, un inconvénient capital, celui de ne pas réaliser les changements de vitesse d'une façon continue et progressive, comme le font les changements de vitesse électromagnétiques; il ne représente donc pas, à notre avis, un progrès d'une importance assez considérable pour justifier une modification aussi radicale des errements actuels.

C'est aussi parmi les changements de vitesse magnétiques qu'il convient de classer certains dispositifs auxquels on pourrait donner le nom caractéristique d'*Engrenages électriques*, et dont voici le principe :

Considérons deux poulies en fer, à jante plate, à surface lisse et à axes parallèles, amenées en contact l'une de l'autre, mais sans qu'elles exercent entre elles aucune pression; il n'y a, dans ces conditions, aucune tendance à l'entraînement d'une poulie par l'autre, et chacune d'elles conserve l'indépendance de ses mouvements.

Si nous creusons une gorge dans l'une de ces poulies, et que nous y placions une bobine de fil de cuivre isolé renfermant un nombre convenable de spires, et que les extrémités de ce bobinage soient attachées à deux bagues conductrices isolées, sur lesquelles appuient deux balais, il suffira d'envoyer un courant dans ce bobinage pour transformer la poulie en un électro-aimant circulaire, l'une des joues constituant un pôle nord et l'autre joue un pôle sud.

Le flux de force magnétique créé par l'enroulement viendra se fermer par la seconde poulie, et développera entre les deux organes une adhérence suffisante pour les transformer en un train d'engrenages à denture infiniment fine, mais capable néanmoins de glisser, si l'effort

exercé au point de contact atteint une valeur excessive.

On a donc réalisé ainsi une sorte d'engrenage à action limitée, et dont on peut effectuer instantanément le débrayage par l'interruption du courant, c'est-à-dire par la disparition instantanée des dents virtuelles infiniment petites créées par le magnétisme.

On conçoit que ce dispositif puisse constituer à la fois un embrayage et un changement de vitesse, suivant le nombre et les proportions des engrenages électriques dont on dispose. Nous savons qu'une voiture dans laquelle ce système est appliqué est actuellement en construction, mais nous devons nous contenter d'en indiquer le principe, sans vouloir préjuger en rien les résultats qu'elle pourra fournir. Il semble, *a priori*, que l'engrenage électrique constitue, en tout cas, un organe plus simple que l'engrenage mécanique muni d'un embrayage magnétique, ne fût-ce que par la suppression des dents d'engrenages, et leur remplacement par une surface de roulement à adhérence variable et réglable à volonté, permettant des glissements en cas d'efforts anormaux.

Changements de vitesse électriques. — Nous désignons ainsi un organe électrique plus ou moins complexe qui, interposé entre deux arbres A et B, permet, en supposant que l'arbre A tourne à vitesse angulaire constante, de communiquer à l'arbre B une vitesse quelconque variant entre zéro et un maximum, et même une vitesse de sens inverse, assurant ainsi la marche arrière.

Dans un changement de vitesse ainsi défini, le couple moteur disponible sur l'arbre B doit rester, *au rendement près*, inversement proportionnel aux vitesses de cet arbre B, c'est-à-dire que la transmission doit toujours utiliser toute la puissance du moteur attelé en A, ou que le produit du couple par la vitesse angulaire doit rester constant.

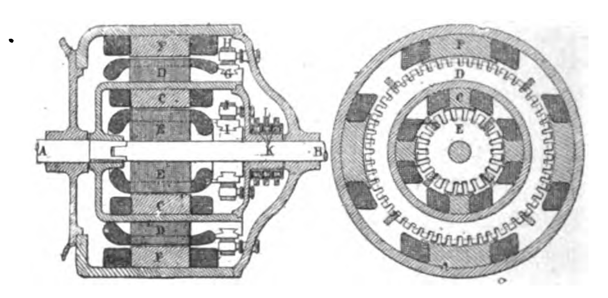
C'est cette propriété qui distingue le changement de vitesse électrique de l'embrayage à glissement, dans lequel le couple disponible sur l'arbre commandé ne saurait être supérieur au couple produit par l'arbre moteur. Le changement de vitesse se distingue également de la transmission électrique par une solidarité mécanique entre les organes montés sur les deux arbres, solidarité que la commande électrique ne comporte pas.

Bien que de nombreux systèmes de ce genre soient à l'étude, un seul a été décrit jusqu'à ce jour, tout récemment, dans le numéro 3 du bulletin de l'*Association générale automobile*, auquel nous empruntons les figures et l'essence même de la description (fig. 1).

Le changement de vitesse électrique système Jeantaud et Level, est constitué, sous sa forme la plus simple, par deux machines électriques à courant continu excitées en série, solidarisées entre elles mécaniquement et électriquement de telle façon qu'elles jouent l'une par rapport à l'autre, suivant leurs conditions d'excitation et de couplage, respectivement le rôle de générateur ou de moteur.

L'arbre A, actionné par le moteur thermique de la voiture, porte un induit D placé dans le champ magnétique produit par une couronne d'inducteurs fixes F.

Sur le même arbre est clavetée une seconde couronne d'inducteurs C qui entoure le second induit E calé sur l'axe B. Les balais de la dynamo A sont fixes, tandis que les balais de l'induit E tournent avec les inducteurs C à la même vitesse angulaire que A. Le courant est amené à ces inducteurs par des bagues isolées sur lesquelles



Coupe longitudinale. Coupe transversale.

Fig. 1. — Embrayage et changement de vitesse électrique de MM. Jeantaud et Level.

appuient des balais fixes. L'ensemble des deux dynamos est enfermé dans un carter qui les protège de la poussière, mais il est plus commode, pour la compréhension du système, de supposer les deux machines placées dans le prolongement l'une de l'autre, et non pas concentriquement, comme le représentent la figure 1.

Pour comprendre comment une semblable combinaison peut constituer à la fois un changement de vitesse continu et même la marche arrière, il suffit d'analyser ce qui se passe dans les différentes combinaisons que l'on peut réaliser, et qui sont indiquées figure 2.

Ces combinaisons sont au nombre de huit, avec gradation pour le passage de l'une à l'autre : marche arrière, freinage à grande vitesse, freinage à petite vitesse, arrêt et quatre marches avant à vitesses croissantes. Nous allons les examiner successivement.

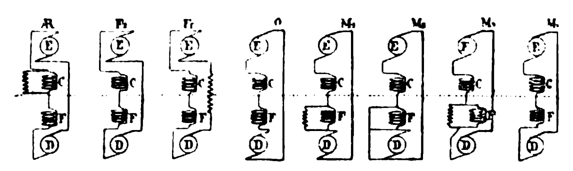


Fig. 2. — Diagramme des couplages électriques du changement de vitesse électrique de MM. Jeantaud et Level.

Arrêt. — Les deux dynamos série sont couplées entre elles en tension et en opposition, c'est-à-dire que les forces électromotrices qu'elles tendraient à développer se retranchent. Il n'y a donc aucun courant dans le circuit, et, par suite, aucune tendance à l'entraînement de l'arbre B par l'arbre A, les deux forces électromotrices étant égales.

Première vitesse. — Sans changer le couplage, on shunte l'inducteur F de l'induit D. La force électromotrice développée par D tend à devenir plus faible que celle développée par E. Il passe alors un courant dans le cir-

cuit, résultant de l'inégalité des deux forces électromotrices. L'induit E tourne dans le même sens que l'induit D, la dynamo E jouant le rôle de génératrice et la dynamo D celui de moteur.

Deuxième vitesse. — L'induit D et l'inducteur F de la première dynamo sont en court-circuit. Dans ce couplage, l'action de la dynamo D est complètement annulée. C'est l'inducteur C de la deuxième dynamo qui entraîne son induit E. Les deux arbres A et B tournent sensiblement à la même vitesse angulaire, sauf le glissement nécessaire pour maintenir le courant correspondant au couple moteur dans le circuit de la deuxième dynamo. A ce moment, le système fonctionne exactement comme l'embrayage Morrison. Le couple moteur disponible sur l'arbre B est égal au couple exercé sur l'arbre A par l'action du moteur thermique.

Troisième vitesse. — On inverse les connexions de l'un des induits, de façon que les forces électromotrices s'ajoutent au lieu de se retrancher, et on laisse shunté l'induit de la dynamo D. Celle-ci est alors génératrice et elle tend à faire tourner l'induit E plus vite que son inducteur C, et avec une vitesse d'autant plus grande que l'inducteur D est moins shunté.

Quatrième vitesse. — Les deux inducteurs sont déshuntés : la vitesse obtenue est maxima et correspond, pour l'arbre B, à une valeur sensiblement double de celle de la vitesse de l'arbre A. A ce moment, le couple moteur n'est plus environ, au rendement près, que la moitié du couple moteur disponible sur l'arbre A.

En résumé, pour ces quatre vitesses, en opérant graduellement les couplages indiqués, on passe d'une vitesse nulle pour l'arbre A à une vitesse sensiblement double de celle de l'arbre B, avec un couple moteur qui varie entre une valeur très grande au démarrage, jusqu'à une valeur égale à la moitié de celle du moteur thermique actionnant la dynamo à grande vitesse.

Premier freinage. — La voiture étant lancée, si l'on veut freiner, on inverse les connexions des deux induits, et on les ferme à travers une résistance. Les deux dynamos travaillent alors comme génératrices produisant de l'énergie qui se dépense dans la résistance intercalée, que l'on diminue graduellement, jusqu'à ce que cette résistance intercalée devienne nulle, ce qui correspond à la deuxième position du freinage.

Deuxième freinage. — Dans cette position, toute la puissance développée par le moteur tend à produire dans les deux dynamos un courant de court-circuit, et, sur la dynamo E, un couple négatif qui s'annule au moment de l'arrêt, lorsque les deux forces électromotrices sont redevenues égales et qu'il ne passe plus de courant dans le circuit formé par les deux dynamos.

Marche arrière. — Sans modifier le couplage des positions de freinage, on shunte légèrement l'inducteur C. La machine F devient alors génératrice et alimente l'induit E, qui tourne alors à faible vitesse dans le sens inverse de l'arbre A.

On obtient donc ainsi, par la manœuvre d'un combinateur, avec un arbre A tournant à vitesse angulaire uniforme sur un arbre B, la marche arrière, le freinage, et toutes les vitesses comprises entre zéro et le double de la vitesse de l'arbre A, en utilisant la réversibilité des deux dynamos accouplées, et en ne mettant en jeu, sous forme de puissance électrique, qu'une partie de celle qui doit être transmise, ce qui assure au système, au moins en principe, une supériorité de rendement sur les transmissions électriques.

Dans une autre combinaison proposée par les mêmes inventeurs, le changement de vitesse est complété par une batterie d'accumulateurs, en vue de réaliser des emmagasinements et des restitutions d'énergie ; mais la combinaison nous paraît plus complexe que la précédente, et nous n'y insistons pas ici, car le système devrait figurer, au point de vue d'une classification rationnelle, parmi les voitures mixtes avec accumulateurs.

III. — Commandes et transmissions

On désigne sous le nom de *commande* ou *transmission électrique*, tout système dans lequel un moteur thermique commande les roues du véhicule sans aucune liaison mécanique entre le moteur et les roues, et seulement par des actions électriques.

La transmission électrique comporte, en général, une dynamo actionnée par le moteur thermique, un ou plusieurs moteurs électriques recevant le courant engendré par la dynamo, et des organes de commande constitués par un combinateur plus ou moins complexe, établissant les liaisons électriques convenables entre la dynamo et le moteur ou les moteurs.

Nous décrirons, à titre d'exemple, la voiture de M. *de Champrobert* [1], qui figurait au Salon de l'Automobile, du cycle et des sports, en 1901. Cette voiture n'est pas autre chose, en principe, qu'une électromobile dans laquelle la batterie d'accumulateurs est remplacée par une dynamo shunt ou compound, à potentiel constant ou sensiblement tel, actionnée par un moteur thermique, un moteur à pétrole ou à alcool, dans l'espèce.

La dynamo envoie son courant dans un moteur comportant deux bobinages, et, par suite, deux collecteurs et deux bobinages inducteurs. C'est par des changements de couplage des enroulements induits et inducteurs et d'un rhéostat intercalé dans le circuit pour les démarrages, que l'on obtient cinq vitesses, deux positions de freinage et une marche arrière à petite vitesse. La dynamo est mise à profit pour charger une petite batterie d'accumulateurs qui assure l'allumage électrique et l'éclairage de la voiture. M. de Champrobert revendique en faveur

[1] Voy. *L'Industrie Électrique*, du 25 déc. 1901, nº 240, p. 562.

de la combinaison une grande élasticité de manœuvre, de commande et de fonctionnement.

On peut objecter à cette transmission un inconvénient assez capital, à notre avis; celui d'occasionner, pendant les démarrages et les ralentissements de vitesse, un certain gaspillage d'énergie dans les rhéostats; de plus, le couple maximum dont on peut disposer est limité par le couple même du moteur à pétrole, et ne saurait être augmenté par la combinaison adoptée.

Le système *Lohner-Porsche*, autant qu'on en peut juger par les descriptions très vagues qui en ont été publiées jusqu'ici, se caractérise par l'emploi de deux moteurs placés chacun dans une roue d'avant et actionnant directement cette roue, sans l'intermédiaire d'aucun engrenage. Rien n'a transpiré encore des modes de liaison électriques ou *couplages* entre les enroulements inducteurs et induits de la dynamo unique et des deux moteurs.

Peut-on, en modifiant convenablement les relations électriques d'une transmission disposée sur une voiture et constituée par une dynamo reliée à un moteur, obtenir toutes les vitesses, l'arrêt et la marche arrière en satisfaisant à cette condition essentielle qu'au démarrage le couple moteur soit très grand, bien que la puissance mécanique absorbée par la dynamo soit très petite?

C'est M. *Ward Leonard* qui a donné le premier une solution très élégante à ce problème paradoxal en apparence, et il suffit de la modifier très légèrement pour la rendre applicable aux automobiles à moteur thermique et à transmission électrique. Cette solution est basée sur les propriétés des dynamos et moteurs électriques à excitation séparée, les deux induits du moteur et de la dynamo étant reliés entre eux électriquement.

En voici le principe : La puissance électrique produite par une dynamo est proportionnelle à sa vitesse angulaire, au flux de force magnétique dans lequel se meut son induit, et à l'intensité du courant qu'elle débite.

Il en résulte qu'en affaiblissant son champ, on pourra lui faire débiter un courant intense sur une résistance faible sans dépenser une grande puissance. D'autre part, un moteur électrique produit un couple proportionnel à l'intensité du champ dans lequel est placé l'induit et du courant qui traverse cet induit. On pourra donc obtenir un couple intense en excitant beaucoup le moteur.

En effet, si on désigne par :

I, le courant traversant un induit;
Φ, le flux de force magnétique produit par l'excitation;
N, le nombre de spires;
ω, la vitesse angulaire;
P, la puissance;
C, le couple.

On a pour valeurs respectives de P et de C :

$$P = C\omega = N\omega\Phi I; \quad C = N\Phi I.$$

Il est facile de voir qu'au démarrage on n'absorbera qu'une faible puissance, en faisant Φ petit, c'est-à-dire en excitant peu la dynamo, et que le couple moteur C pourra être grand si Φ et I sont grands, c'est-à-dire si le moteur est fortement excité, et si son induit est traversé par un courant intense.

Si ces deux conditions sont remplies, on aura un grand couple de démarrage au moteur et une faible puissance absorbée par la dynamo, dont on évitera ainsi le ralentissement ou l'arrêt accidentel par un réglage de l'excitation approprié, à chaque instant, à la nature du terrain et aux variations de vitesse imposées par les obstacles rencontrés sur la route.

Pour satisfaire à ces conditions, il suffit de relier électriquement les deux induits d'une manière invariable par deux conducteurs faisant communiquer les balais des deux machines, et de les exciter séparément par une source auxiliaire à potentiel constant. Le moteur est excité au maximum et reste toujours excité au maximum, tandis que la dynamo reçoit une excitation variable, à l'aide d'un rhéostat intercalé dans le circuit d'excitation.

A l'arrêt, la résistance de ce circuit d'excitation étant infinie, la dynamo n'est pas excitée et ne produit aucun courant dans le circuit des deux induits. Si on excite légèrement la dynamo en introduisant le rhéostat dans le circuit d'excitation, celle-ci développe une force électromotrice qui tend à produire un courant intense dans le circuit des deux induits. Ce courant intense produit un grand couple moteur et le moteur démarre; il augmente de vitesse jusqu'à ce que, par sa rotation, il développe une force contre-électromotrice qui ramène l'intensité à la valeur qu'elle doit avoir pour maintenir la vitesse du véhicule à ce faible régime. Si on augmente l'excitation de la dynamo, en agissant sur le rhéostat, il s'établit un nouveau régime de vitesse que l'on fait croître ainsi jusqu'au point où l'excitation de la dynamo devient maxima, et la vitesse la plus grande possible.

On obtient, par ce moyen très simple, une gamme de vitesses dont la richesse ne dépend que du nombre de touches du rhéostat, et ce nombre peut être grand, car le courant d'excitation est insignifiant. Pour inverser le sens de la rotation, il suffit de renverser le sens de l'excitation de la dynamo, ce qui est très facile à l'aide d'un rhéostat inverseur. On pourrait objecter à cette méthode qu'elle utilise un rhéostat, mais il ne faut pas perdre de vue que l'unique rhéostat utilisé est intercalé dans le circuit d'excitation de la dynamo, et que chaque fois qu'il est en service, il réduit cette dépense d'excitation. La source auxiliaire chargée d'assurer l'excitation permanente du moteur et l'excitation variable de la dynamo est une petite batterie d'accumulateurs (8 à 12 volts) qui servira également pour l'éclairage et l'allumage. On mettra les arrêts à profit pour recharger cette petite batterie à l'aide de la dynamo. Il n'est pas difficile non plus de concevoir un dispositif permettant d'utiliser la batterie pour le lancement du moteur à pétrole en ménageant les touches convenables sur le rhéostat d'excitation qui sera de préférence à axe tournant, comme un combinateur.

La figure 3 montre schématiquement les combinaisons

que l'on peut réaliser avec la commande par excitation séparée. La légende explique suffisamment les couplages pour qu'il soit utile d'insister.

Le dispositif dont nous venons d'indiquer les lignes essentielles ne constitue pas, malgré la présence des accumulateurs, une véritable voiture mixte, car les accumulateurs, dont la puissance est d'ailleurs très faible, ne sont appelés à fournir aucune puissance mécanique dans

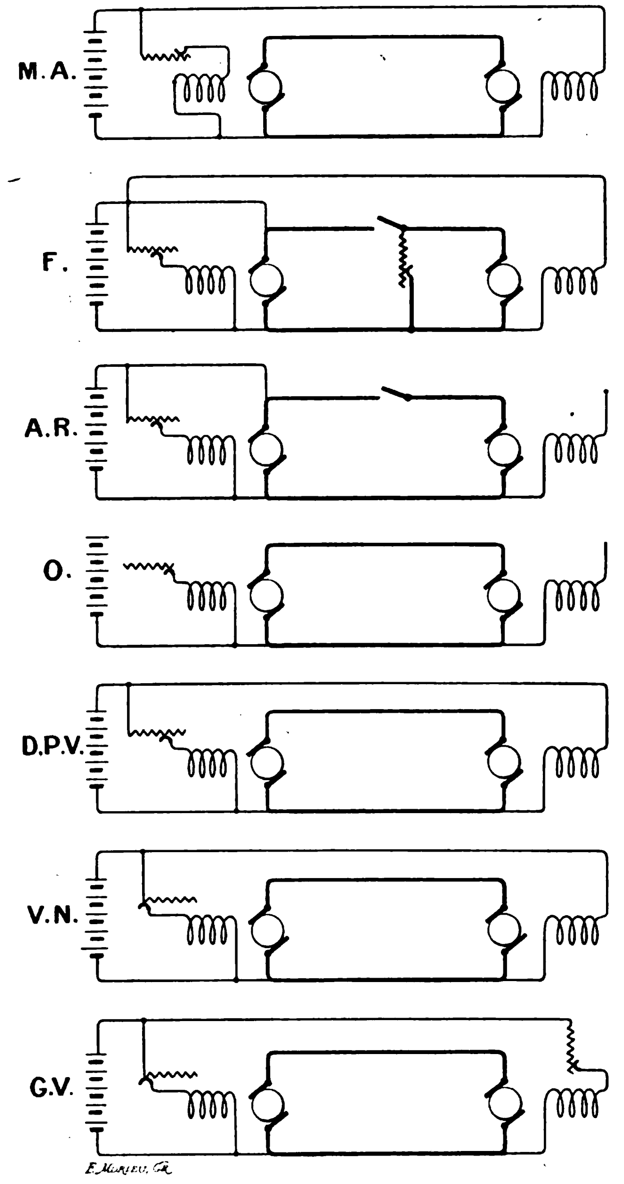


Fig. 3. — Transmission électrique pour automobiles à excitation séparée.

M.A., marche arrière à petite vitesse. — F., freinage en descente. Charge des accumulateurs. — A.R., arrêt. Recharge des accumulateurs. Mise en marche du moteur à pétrole. — O., arrêt normal. Tous les circuits électriques coupés. — D.P.V., Démarrage. Marche à petite vitesse. — V.N., vitesse normale. — G.V., grande vitesse. Utilisable en palier seulement.
On peut disposer une pédale de frein mécanique qui, tout en agissant sur le frein mécanique, rompt la connexion entre les deux induits, ferme l'induit du moteur sur une résistance et produit ainsi un freinage électrique.

la marche normale, mais seulement l'excitation variable de la dynamo et l'excitation fixe du moteur.

La grande supériorité de ce système sur celui de M. de Champrobert réside dans la possibilité d'obtenir toutes les vitesses à volonté, et de pouvoir, dans une rampe un peu dure, régler l'allure pour que le moteur travaille toujours à pleine puissance et à vitesse normale. De plus, il permet la mise en train du moteur thermique sans tourner la manivelle et sans descendre de voiture.

La différence essentielle entre ce système et le changement de vitesse de MM. Jeantaud et Level réside dans le fait qu'il n'y a *aucune solidarité mécanique* entre le moteur et la dynamo; le combinateur se réduit à un simple rhéostat dans lequel il ne passe que les courants très faibles d'excitation de la dynamo, tandis que le combinateur du changement de vitesse doit être établi pour laisser passer les courants totaux qui traversent les inducteurs et les induits. De plus, l'emploi de deux machines simplifie la construction et supprime les balais tournants.

On peut se demander quels avantages on peut opposer à la complication résultant de l'emploi de deux machines électriques, une petite batterie d'accumulateurs et un rhéostat sur l'embrayage et le changement de vitesse mécanique aujourd'hui classique. Le chauffeur, déjà si peu mécanicien, en général, devra-t-il devenir aussi électricien pour conduire sa voiture?

Ces objections sont mal fondées, et la complication n'est qu'apparente. Il n'y a, en effet, aucune comparaison à établir entre les soins qu'exigent une dynamo et un moteur électrique, et les ennuis que peut occasionner un changement de vitesse à train baladeur, ou un cône d'embrayage qui brûle. Les moteurs électriques ont assez fait leurs preuves pour qu'il soit inutile d'insister. Par contre, la douceur de la transmission, la progressivité absolue de changement de vitesse et la possibilité de démarrer sur une pente quelconque constituent des avantages qui ne sont pas à dédaigner, avantages suffisants, en tout cas, pour justifier toutes les tentatives faites de différents côtés à la fois pour substituer aux organes de transmission mécanique, manifestement barbares et insuffisants, des organes électriques, complexes en apparence, mais simples en réalité, élastiques à souhait, et qui n'exigent qu'un entretien insignifiant.

L'emploi d'une petite batterie d'accumulateurs dans la solution que nous préconisons ne saurait être considéré comme un inconvénient bien grave, car il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agit de cinq ou six éléments au plus, et que ces éléments rendent de nombreux et importants services pour l'allumage, l'éclairage, l'excitation des machines, et, éventuellement, le démarrage du moteur thermique, en faisant fonctionner la dynamo en moteur sous l'action de la petite batterie.

En fait, l'inconvénient le plus grave dans l'emploi des accumulateurs réside dans leur épuisement et leur détérioration rapide, lorsqu'ils ont été amenés à cet état d'épuisement par une décharge poussée trop loin, ce qui n'est pas le cas dans les combinaisons que nous préconisons, puisque l'on dispose d'un moyen de recharge que l'on peut utiliser, dès que le moindre affaiblissement de force électromotrice des accumulateurs se manifeste.

En terminant cette revue rapide des applications ou tentatives d'application de l'électricité comme agent intermédiaire élastique, souple et docile, entre le moteur thermique et les roues du véhicule qu'il doit actionner, nous avons la conviction intime que ces systèmes ne sont encore que les prodromes d'une évolution qui pourrait devenir une véritable révolution dans la construction des automobiles, dans un avenir peu éloigné.

Antériorités. — Pour rendre à César ce qui appartient à César dans ce domaine encore peu exploré, nous devons faire connaître les résultats de nos recherches relatives aux antériorités des principes des systèmes que nous venons de décrire :

L'embrayage électromagnétique a été appliqué au freinage des voitures de chemins de fer dès 1865 par M. *Achard*. M. *Armand de Bovet* en a fait d'intéressantes applications vers 1894 au touage. M. *Krebs*, M. *Jeantaud*, M. *Riegel* l'ont appliqué depuis à des voitures automobiles, mais sans poursuivre dans cette voie.

L'embrayage électrique a fait l'objet d'un brevet français (nº 277 301) en date du 25 avril 1898 délivré à M. *Morrison*.

L'idée d'adjoindre un volant multiplié à un moteur thermique en vue d'en faire un réservoir d'énergie et un moteur auxiliaire a été brevetée par M. *É. Hospitalier*, le 12 octobre 1901.

L'*engrenage électrique* a été breveté il y a quelques années par M. *Thiéry*, de Valenciennes, qui en poursuit actuellement l'application à des changements de vitesse pour automobiles.

Le changement de vitesse de MM. *Jeantaud* et *Level* a été breveté le 10 mai 1902.

La *transmission électrique*, avec ou sans accumulateurs, a été brevetée en France dès le 13 août 1889, par M. *Patton* (nº 200 158).

L'idée de M. Patton a été reprise par M. J.-J. Heilmann dans sa locomotive électrique, avec des moteurs série et une dynamo à excitatrice séparée, dont on faisait varier l'excitation pour régler la force électromotrice de la dynamo, et, par suite, la vitesse de la locomotive. M. de Champrobert et MM. *Lohner* et *Porsche* en ont fait plus récemment l'application à des automobiles en utilisant le couplage séries-parallèle des tramways.

C'est d'ailleurs M. *Patton* qui a été également, en 1889, l'initiateur des voitures à groupe électrogène dont on peut voir actuellement à Paris deux types en fonction, l'un construit par M. *Kriéger*, l'autre par M. *Mildé*. Ces voitures à groupe électrogène sont de véritables voitures électriques dont les accumulateurs sont maintenus en charge par le groupe.

La voiture mixte ou pétroléo-électrique, dans laquelle l'accumulateur fait l'appoint positif ou négatif de puissance, a été brevetée en 1897 par M. *Dowsing*, et réalisée par M. *Pieper* (1899), *Jenatzy* (1900), *Fischer* (1900), etc.

En février 1894, M. *Ward Leonard* (¹) a indiqué comment on pouvait, en agissant sur l'excitation d'une dynamo et d'un moteur, régler la vitesse de ce moteur et obtenir, d'une façon continue, toutes les vitesses, l'arrêt et la marche arrière. Dans le système préconisé par M. Leonard, il s'agissait d'actionner un chemin de fer électrique à grande distance à l'aide de courant alternatif simple. Ce courant alternatif simple alimentait un moteur synchrone, lequel actionnait une dynamo à courant continu dont l'induit était relié directement à l'induit d'un moteur attelé aux roues du véhicule. Les excitations du moteur et de la dynamo étaient empruntées au moteur synchrone fonctionnant en commutatrice.

Dans le système que nous préconisons, et qui constitue une *adaptation* du système Leonard aux automobiles, le courant est emprunté à une petite batterie de 4 à 6 accumulateurs qui se rechargent automatiquement pendant les périodes d'arrêt du véhicule. La possibilité de lancer le moteur à pétrole sans descendre de voiture et sans tourner la manivelle rendra le système très précieux aux touristes.

Peut-être même trouvera-t-on la solution du fiacre automobile par une alliance heureuse du moteur thermique et du moteur électrique. Ainsi cesserait, par une union bien comprise, la lutte engagée entre le pétrole et l'électricité.

É. Hospitalier.

(¹) H. Ward Leonard, *How shall we operate an electric railway extending one hundred miles from the power station*. Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers le 21 février 1894.

LA RÈGLE DE MAXWELL

SUR LE FLUX DE FORCE MAXIMUM

La règle de Maxwell qui dit que tout circuit traversé par un courant tend à s'orienter et à se déformer de telle manière qu'il embrasse le flux de force maximum, est constamment employée en électricité. Le flux de force considéré peut, suivant les cas, être le flux propre du courant qui traverse le circuit, ou un flux extérieur, ou enfin, ce qui est le cas le plus habituel, la résultante des deux flux de force.

Nous nous proposons de faire remarquer que, dans certains cas particuliers, cette règle n'est pas applicable sous la forme ordinaire qu'on donne à son énoncé. On admet, en effet, implicitement que la résistance du circuit, ou l'intensité du courant qui le traverse, est constante, alors qu'il existe des cas où cette intensité change de valeur en même temps que le circuit se déforme ou se déplace.

Considérons une spire de fil traversé par un courant électrique; quelle que soit la forme de cette spire, si elle est libre de se déformer, elle tendra à devenir circulaire afin d'embrasser le plus grand flux qu'elle puisse produire, sous une intensité constante.

Si nous supposons maintenant que cette spire soit



susceptible d'augmenter de diamètre, comme dans le cas où elle serait constituée par un liquide conducteur enfermé dans un tube élastique, après avoir pris la forme circulaire, la spire continuera à augmenter de surface en augmentant de diamètre; la variation de flux sera alors de deux sortes :

1° Variation causée par l'accroissement de surface de la spire, qui correspond à un accroissement du flux pour une intensité constante.

2° Variation due à la résistance de la spire; le conducteur augmentant de longueur et diminuant de diamètre, il en résulte une décroissance de l'intensité et, par conséquent, du flux de force.

On voit, d'après cela, que le flux de force de la spire aura sa valeur maximum pour une certaine grandeur du diamètre et que, en appliquant à la lettre la règle de Maxwell, on arriverait à cette conclusion, non seulement que la spire ne tendra pas à croître jusqu'à l'infini, mais encore qu'au delà d'une certaine grandeur elle tendra à diminuer pour se rapprocher de la valeur du diamètre correspondant au maximum de flux.

Cette conclusion est évidemment inexacte et l'expérience elle-même le montre très simplement. *L'Industrie électrique* du 25 avril 1901 a reproduit les quelques expériences que nous avons faites en vue de mettre en évidence les phénomènes qui se passent dans les liquides traversés par des courants; nous avons observé dans ces expériences que, lorsqu'on fait passer un courant dans un conducteur formé par un filet de mercure, il y a diminution de la section du filet de mercure, diminution qui va en s'accentuant jusqu'à ce que, la section devenant nulle, il y ait rupture du courant.

Le courant s'annulant, le flux de force devient également nul, et ce n'est pas là la limite que nous donne la règle de Maxwell; si l'intensité restait constante, on comprendrait que le conducteur diminuât de diamètre sans limite, puisque son flux augmenterait ainsi jusqu'à l'infini. L'expérience permet donc de conclure que la variation due à l'intensité du courant n'entre pas en ligne et qu'il est plus rationnel, si l'intensité I du courant est variable, de considérer le rapport $\frac{\Phi}{I}$ au lieu du simple flux Φ.

La règle de Maxwell sera donc plus générale, en l'énonçant : Tout circuit traversé par un courant tend à prendre un coefficient de self-induction maximum.

Voilà du moins, la conclusion à laquelle on arrive pour ce qui concerne le flux propre de la spire; mais il est certain que l'énoncé habituel de la règle reste rigoureux pour ce qui est des flux de force extérieurs.

On peut donc dire, dans le cas le plus général, qu'un circuit déformable suivant toutes ses dimensions, traversé par un courant quelconque, *tend à embrasser le plus grand flux de force extérieur possible et à prendre un coefficient de self-induction maximum.* PAUL BARY.

EXAMEN CRITIQUE DES SYSTÈMES MAGNÉTIQUES

DE

PRISE DE COURANT A CONDUCTEURS SECTIONNÉS

Les nombreux accidents occasionnés par le système Diatto à Paris, depuis qu'il y est en service régulier, m'ont porté à faire une étude critique spéciale des systèmes magnétiques à conducteurs sectionnés, dont fait partie le système Diatto.

Je ne traiterai en détail, dans cette description, que la question des plots superficiels, qui constituent, du reste, la partie essentielle des installations de ce genre.

La figure 1 représente une coupe de la voie qui a un écartement de 1 m entre rails. Le feeder K repose dans un lit de sable dans la tranchée ménagée entre la plateforme en béton de la voie et le pavage de la rue; sur ce feeder est branché le distributeur I, qui porte, vissé sur son extrémité supérieure, le godet I' rempli de mercure. Dans ce mercure plonge la broche LL', qui traverse la boîte en ébonite N et est vissée en L'. N est également rempli de mercure et porte, flottant sur le liquide, le clou D, qui a 15 mm de diamètre. L'ensemble est encore représenté une fois, mais à une plus grande échelle, par la figure 2. La boîte en ébonite est surmontée d'un rebord métallique et fermée par un couvercle également métallique, qui se boulonne dessus avec interposition d'un joint, de manière que le clou se trouve placé dans un récipient hermétiquement fermé, que l'on peut construire à part à l'atelier et éprouver à une pression d'une atmosphère, pour s'assurer que ni l'eau ni l'air n'y peuvent pénétrer. L'appareil terminé, on le pose sur la voie et on le fixe sur le couvercle. Ce noyau central du couvercle est seul en fer, le reste est en acier au nickel anti-magnétique d'une grande dureté.

Le système Diatto a été, autant que je sache, appliqué pour la première fois à Lyon sur une voie d'essai; il fut ensuite installé à Tours sur une ligne de tramway d'une certaine longueur, en exploitation régulière; c'est dans cette dernière ville que j'ai eu pour la première fois l'occasion de visiter et d'examiner en détail l'installation.

Un des principaux inconvénients de ce système, c'est que les parties mobiles se trouvent au milieu de la voie, de sorte qu'il est impossible d'observer comment se comporte l'intérieur pendant la marche. De ceci, il résulte naturellement que les appareils doivent être contrôlés bien plus fréquemment, parce qu'on ne peut jamais savoir avec certitude à quel moment ils ont besoin d'être réparés; il est en particulier impossible de se rendre compte de l'intensité des étincelles qui se sont produites sur les contacts. Les appareils dépendent constamment de l'état de la chaussée, ou plutôt du temps qu'il fait. Supposons qu'un appareil contrôlé soit posé aujourd'hui, il se pourra qu'on soit obligé de l'enlever demain ou

même au bout de quelques heures déjà, la boue ou la neige pouvant facilement provoquer un court-circuit à la terre. Quand, par la neige, on répand du sel pour dégager les rails, il se produit une terre plus ou moins intense; le crottin de cheval à l'état humide donne lieu au même phénomène. Dans ces cas-là, avec les appareils de prise de courant basés sur l'attraction magnétique, la formation d'étincelles sur les contacts est inévitable. On ne saurait contester la production de ces étincelles, bien qu'on ait quelques chances de l'éviter par le fait que le circuit est fermé sur le plot qui précède immédiatement la voiture avant que celle-ci ait quitté le plot sur lequel elle se trouve; l'arc à rompre se trouve ainsi considérablement réduit, pourvu qu'il ne se soit pas produit de fuite importante de courant des plots aux rails. Point n'est besoin de rappeler que l'interruption d'un faible courant de seulement 2 ou 3 ampères sous 500 ou même 600 volts produit un arc très fort qui amène une destruction rapide et certaine des appareils d'enclenchement, ceux-ci fonctionnant plusieurs centaines de fois par jour. Mais il peut arriver aussi qu'il faille interrompre un courant d'assez grande intensité, provenant de ce que le capteur ne vient pas en contact avec l'un ou l'autre des plots situés en avant dans le sens de la marche. Dans

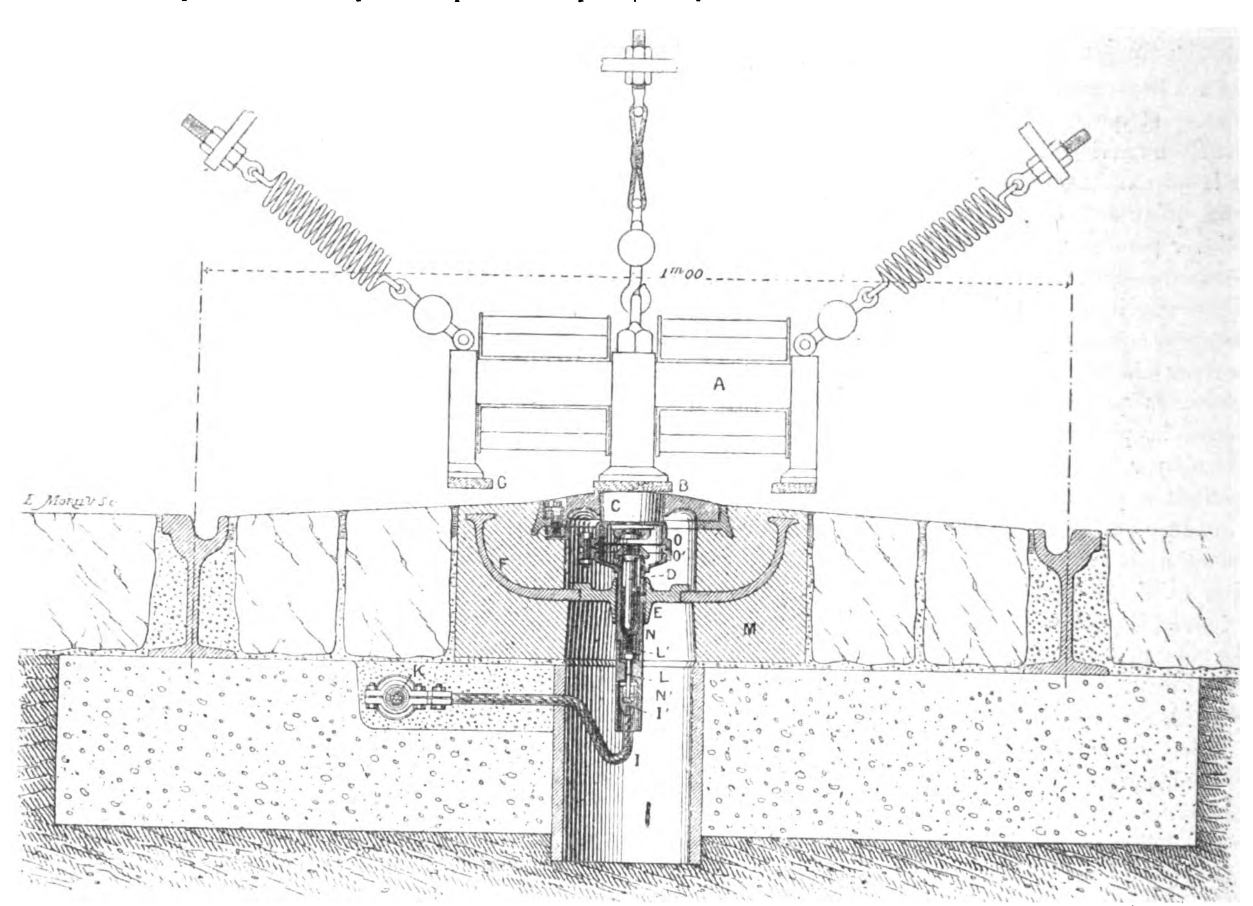


Fig. 1. — Prise de courant à contact superficiel, système Diatto.

ce cas, l'organe mobile du plot placé sous le capteur doit interrompre toute l'intensité nécessaire à la marche de la voiture. Il n'y a pas de doute que ces incidents, qui peuvent provenir d'un défaut de la voie (dépressions locales) contribuent, quand ils se répètent, à mettre très rapidement hors de service les pièces de contact.

Le remplacement d'appareils détériorés ou devant être réparés entraîne de grands frais, car il faut disposer pour cela d'un personnel de monteurs absolument sûrs; en outre, il faut se procurer spécialement pour cet usage des voitures de transport et nombre d'appareils de réserve. Dans tous les systèmes magnétiques à conducteurs sectionnés appliqués jusqu'ici, on s'est efforcé d'obtenir une marche sans étincelles, mais sans pouvoir encore y arriver. On n'a pas encore trouvé de moyen de diminuer ou de supprimer les étincelles qui jaillissent entre les organes de contact. On a fait dans tous les cas les électros des voitures plus longs que le capteur, et on espérait supprimer ainsi l'étincelle de rupture aux contacts des appareils, supposant en cela que le courant se trouvait interrompu entre le plot et le capteur. Mais on oubliait que le magnétisme rémanent inhérent à l'appareil ne permet pas au clou de tomber rapidement, mais ne le laisse tomber que graduellement. Le magnétisme rémanent retarde donc la séparation des contacts, et l'arc qui se forme alors a pour effet, s'il existe une terre, de laisser l'appareil sous tension, soit entièrement, soit jusqu'à ce que la fuite de courant ait été supprimée

ou du moins suffisamment réduite pour que la flamme puisse s'éteindre.

J'ai prouvé la vérité de l'assertion que je viens d'émettre, par une expérience que j'ai faite le 26 juin 1899 à Tours, en présence d'une Commission d'ingénieurs belges qui avait proposé l'application du système Diatto dans une installation de tramways en Italie.

Je fis répandre un peu de sel entre un plot et les rails, puis ce sel fut humecté d'eau. Au moment où la voiture passa sur le plot, une forte flamme jaillit sur ce plot et elle ne s'éteignit que quand la voiture fut éloignée d'environ 200 m. L'arc qui s'était formé sur les contacts en charbon et avait sauté sur la boîte métallique O, avait également intéressé le mercure contenu dans le récipient d'ébonite; comme on le vit après l'expérience, ce mercure avait jailli jusqu'à la hauteur du récipient métallique où était fixé l'un des contacts en charbon; sous l'influence de la chaleur, il avait amalgamé le métal et y était resté adhérent. Le bain de mercure du clou ayant été réduit de cette manière, les deux contacts en charbon avaient à parcourir une plus grande distance pour fermer le circuit, de sorte qu'à leur prochaine attraction, le clou ne fut pas soulevé complètement et n'établit pas de contact ou, du moins, n'établit qu'un contact imparfait qui donna lieu de rechef à des étincelles. Après cette expérience, l'appareil, devenu absolument impropre au service, dut être remplacé complètement. Un plot peut donc, de cette façon, être rendu en peu de temps complètement impropre au service.

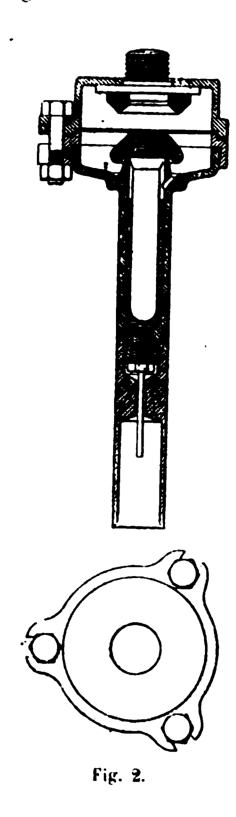


Fig. 2.

Le phénomène que je viens de décrire fut causé par une forte étincelle que le court-circuit entre le pavé et les rails avait fait naître à l'intérieur du plot au moment où le capteur abandonnait le plot arrosé d'eau salée. Le clou D ne retomba pas aussi vite qu'il aurait dû le faire, le magnétisme rémanent ayant retardé la rupture du circuit et l'arc ayant sauté sur le couvercle métallique O, établissant ainsi un passage au courant, ce qui maintint sous tension le plot quelque temps encore après que la voiture se fut éloignée.

J'ai déclaré à Tours à cette époque que, même si cette boîte, au lieu d'être en métal, était construite avec une substance isolante quelconque, elle n'en serait pas moins forcément détériorée à très bref délai par les étincelles inévitables inhérentes à la nature des systèmes magnétiques à conducteurs sectionnés, et rendue à la longue entièrement conductrice par la carbonisation de sa surface supérieure. L'expérience a montré en effet que toutes les substances isolantes exposées d'une façon continue à des étincelles finissent bientôt par s'avarier; elles se carbonisent plus ou moins et deviennent par là plus ou moins conductrices.

Il ne faut pas chercher la cause des accidents produits par le système Diatto à Paris, ailleurs que dans le fait que les plots restent sous tension; on s'est trompé en les imputant, comme on l'a fait souvent, à un isolement défectueux des plots.

J'ai déjà combattu à cette époque l'opinion erronée d'après laquelle mon expérience de Tours aurait été faite dans les conditions les plus défavorables possibles et qui, prétendait-on, ne pourraient se reproduire en service ordinaire; l'expérience a appris en effet qu'il se produit toujours des déperditions de courant plus ou moins fortes, notamment quand les rues sont sales et en hiver quand il neige et qu'on répand du sel pour dégager les rails. Mais il ne faut précisément pas que ces déperditions puissent jamais compromettre la sécurité de la circulation ou du service, comme cela est arrivé à Tours.

Dans les premiers temps, le système Diatto a fonctionné à Paris d'une façon satisfaisante, mais au bout d'un certain temps, les mêmes défauts que ceux qui avaient été relevés à Tours se firent remarquer. Les accidents se multiplièrent d'une façon inquiétante sans qu'il fût possible d'y remédier. Les plots furent vérifiés avec le plus grand soin et fréquemment remplacés. J'ai pu souvent me rendre compte combien ce travail est long et compliqué.

Comme je l'ai déjà dit, quand on pose un nouveau plot, on ne peut jamais savoir pendant combien de temps il restera en état de fonctionner, ce temps dépendant uniquement de l'état de la rue, et les étincelles aux contacts des plots étant plus ou moins fortes en conséquence.

Mais à Paris, les rues se trouvent dans de tout autres conditions qu'à Tours, où le tramway marche sur une voie très propre et peu fréquentée par les voitures.

On avait bien reconnu que c'était une faute d'exécuter en métal la partie supérieure du plot; aussi toute la caisse de l'appareil fut-elle exécutée en matière isolante pour les diverses lignes de Paris. Par cette modification, on crut avoir supprimé l'inconvénient, l'étincelle de rupture ne pouvant plus sauter à la masse entre le clou et le charbon supérieur et gagner ainsi le plot qui est relié avec ce charbon.

Dans le système Diatto ou dans tout autre système analogue, quand une telle boîte vient à s'avarier de la façon décrite ci-dessus, le plot est toujours mis sous tension, parce que la partie inférieure de l'appareil est constamment et invariablement reliée au feeder. Le courant venant du feeder traverse donc le mercure, gagne le clou D et passe de là au contact en charbon, puis, par l'intermédiaire de la surface carbonisée de la boîte, au charbon supérieur relié au plot. Le plot, ainsi mis sous tension, compromet toute la circulation.

Pour préserver la boîte O de l'action destructive des étincelles, on a imaginé récemment de prolonger la paroi

de la moitié inférieure du récipient, de telle façon qu'elle pénètre très avant dans la partie supérieure, formant ainsi un manchon protecteur autour des contacts. Cette modification met parfaitement en lumière le côté défectueux de l'ancienne disposition, et prouve que c'est là que réside le point faible du système. La figure 3 ci-contre représente la construction la plus récente du plot Diatto; comme à l'origine à Tours, le couvercle du récipient, qui touche au plot, est en métal, tandis qu'au commencement, à Paris, il était, paraît-il, fait en ambroïne. J'estime qu'il n'est pas pratique de faire cette capsule K en substance isolante, par la raison que c'est elle qui porte le poids de tout l'appareil. Malgré cette

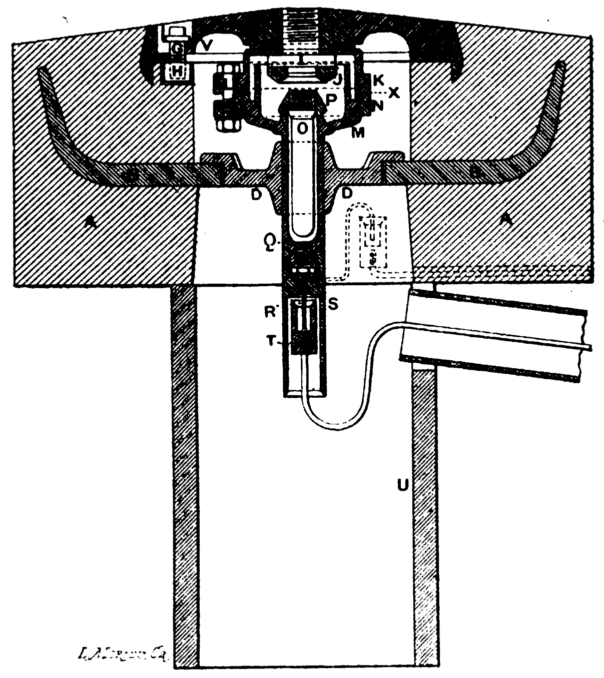


Fig. 3. — Plot Diatto, nouveau modèle.

modification, on n'a pu réussir à supprimer l'inconvénient dont il est parlé plus haut, et au bout d'un certain temps de service, les dérangements et les accidents se sont reproduits aussi nombreux qu'auparavant.

Je mentionnerai encore une circonstance qui a peut-être contribué à augmenter considérablement la formation d'étincelles sur les contacts des appareils. A Tours, on avait installé sur les voitures de tramway un appareil de sûreté pour le cas où un appareil resterait sous tension. Ce dispositif de sûreté, adapté à l'avant comme à l'arrière de la voiture, consistait en une chaine métallique non isolée du truck; ses deux extrémités venaient se rattacher respectivement de part et d'autre aux deux côtés de chaque plate-forme. Le milieu de la chaine, traînant sur les plots, devait provoquer un court-circuit quand un plot restait sous tension, et faire fondre ainsi un plomb fusible. Mais la chaine était suspendue si haut qu'elle effleurait rarement les plots. D'ailleurs, même si elle les eût réellement effleurés, il s'en fût fallu de beaucoup que le plomb pût sauter, le temps que la chaine passe sur un plot traversé par le courant étant beaucoup trop court pour faire fondre le coupe-circuit. Cette chaîne, qui devait servir d'appareil de sûreté, agit exactement à l'opposé. Comme on l'a vu plus haut, quand une terre se déclare au niveau d'un plot par suite d'un passage de courant à la surface du sol, le clou ne tombe pas instantanément, mais seulement peu à peu et en donnant naissance à de fortes étincelles. Mais celles-ci ne sont rien en comparaison de celles qui se produisent quand la chaine de sûreté de la voiture effleure le plot au moment où le clou interrompt le circuit en donnant des étincelles; il se produit alors un court-circuit très intense; toutefois, la chaine restant trop peu de temps en contact avec le plot, le fusible n'a pas le temps de s'échauffer jusqu'à fondre. Le plus souvent, la chaine de sûreté ne reste qu'un instant en contact avec le plot, mais à chaque fois la flamme qui s'y produit est considérablement renforcée quand l'interruption se fait juste à ce moment. Ce soi-disant dispositif de sûreté n'a donc pas d'autre effet que d'aggraver les étincelles sur les contacts et de compromettre au plus haut point la sécurité de la circulation.

Est-ce pour cette raison qu'on a supprimé cette chaine, ou est-ce parce qu'on jugea qu'on pouvait s'en passer? nous ne nous attarderons pas à chercher la réponse à cette question.

J'estime que les explications qui précèdent suffisent à prouver que le système Diatto ne présente aucune sécurité pour la circulation publique, parce qu'il ne remplit pas la première condition essentielle dans tout système à conducteurs sectionnés, et qui est de comporter des appareils de sûreté d'un fonctionnement efficace et sans aucun raté.

Outre le système Diatto, on a récemment mis en pratique deux autres systèmes magnétiques à conducteurs sectionnés, le système Dolter, à Paris, et le système de la Lorain Steel C°, à Wolverhampton; je vais les décrire brièvement.

Le système Dolter est établi à Paris sur la section Porte-Maillot-Porte des Sablons, et, à ce que je crois, sur une voie exclusivement affectée au service du tramway. Il est donc difficile, sinon impossible, de porter un jugement sur le degré de sécurité avec lequel fonctionne cette installation, puisque la voie ne sert à peu près pas à la circulation publique.

Le plot (fig. 4) est analogue à celui du système Diatto, à cette différence près que le levier fermant le courant ne flotte pas sur du mercure, mais est articulé autour d'un axe excentré. La disposition des contacts a un avantage incontestable sur celle du système Diatto; en effet, dans ce dernier, les contacts sont l'un au-dessus de l'autre; dans le plot Dolter, ils sont en face l'un de l'autre, mais à la même hauteur, ce qui met obstacle à la persistance des étincelles. Comme le Diatto, et pour les mêmes raisons, ce système ne fonctionne pas sans étincelles. Mais dans le système Dolter, l'étincelle de rupture ne peut causer autant de dégâts; l'arc pouvant se développer en hauteur

et l'espace libre au-dessus des contacts étant plus grand que dans le système Diatto. Le système Dolter ne comporte pas non plus de dispositifs de sûreté pour le cas où les plots resteraient sous tension. La figure 4 montre le plot complet en coupe. La figure 5 représente, sur une plus grande échelle, la disposition des contacts.

Les plots avec lesquels ceux de la Lorain Steel Cº ont

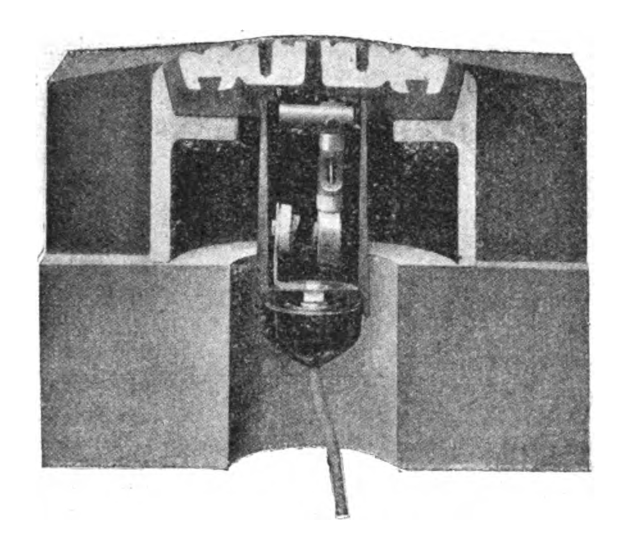


Fig. 4. — Plot Dolter.

le plus d'analogie sont ceux du système Diatto; leur construction est la même en principe, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'examen des deux coupes représentées par la figure 6. Les contacts en charbon y sont bien un peu plus éloignés l'un de l'autre; de même, la boîte qui renferme les contacts est toute en matière isolante et plus large que dans le système Diatto, de sorte que l'étincelle de rupture, que l'on n'a pas pu

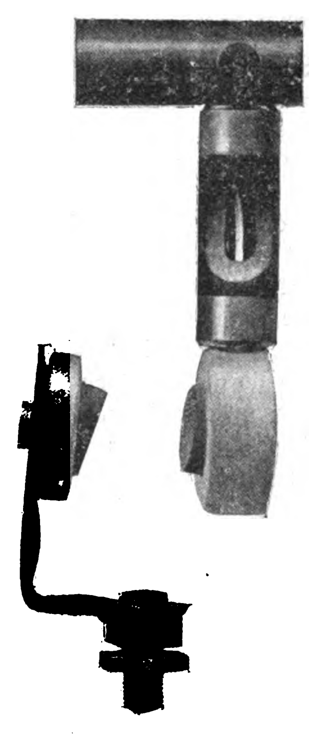


Fig. 5. — Contact du plot Dolter.

non plus supprimer dans ce système, a peut-être besoin de plus de temps pour consommer son action destruc-

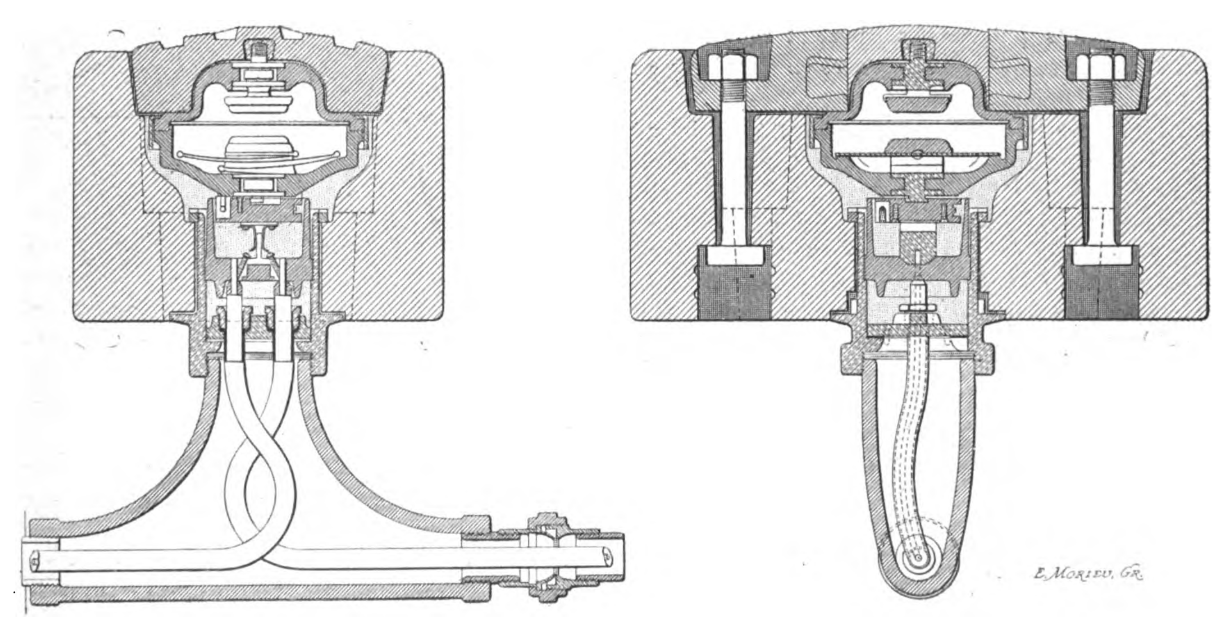


Fig. 6. — Plot de la Lorain Steel Cº.

tive, c'est-à-dire pour produire par carbonisation de l'isolant un dépôt suffisamment conducteur entre les deux charbons. La connexion du feeder avec le plot est beaucoup moins primitive et présente, au point de vue technique, une bien plus grande sécurité que dans le système Diatto; malheureusement, cet avantage est bien

loin de compenser les graves inconvénients propres à ce système comme à tous les autres systèmes à conducteurs sectionnés à action magnétique.

En étudiant un tel système, on devrait toujours tenir compte des pertes de courant entre les plots et la terre. Il est facile de faire naître artificiellement ces dérivations: il suffit d'eau salée ou de l'urine des chevaux. Quand un de ces liquides est versé sur un plot et touche à la terre ou aux rails, il se produit une perte plus ou moins forte. Si alors une voiture passe sur le plot, celui-ci projette de fortes étincelles, et il peut même arriver que les contacts brûlent. On peut se rendre compte qu'un plot ainsi préparé reste un certain temps sous tension, en montant sur une planche une batterie d'autant de lampes en tension qu'il en faut pour absorber la tension de la ligne. On munit la planche de deux contacts, qui sont reliés aux lampes et au moyen desquels on peut toucher simultanément le plot et les rails peu après que la voiture a passé le contact; quand la voiture aura passé, on constatera que les lampes brûlent; la durée du phénomène donne la mesure du temps pendant lequel le plot reste sous tension après que la voiture l'a quitté.

L'aperçu que je viens de donner des caractères essentiels des systèmes magnétiques à conducteurs sectionnés rendra, je l'espère, quelques services à la pratique en fournissant une indication sur le procédé à suivre pour l'essai d'installations de ce genre afin de se rendre compte qu'elles remplissent les conditions nécessaires pour le maintien de la sécurité publique.

Cet exposé permettra aussi de se faire un jugement sur les nombreuses publications parues à ce sujet dans les journaux techniques; il met en lumière le point le plus essentiel, que ces publications passaient sous silence, savoir, le peu de sécurité des systèmes en question pour la circulation publique.

Notre but sera atteint si cet article peut contribuer à faire mieux connaître le fonctionnement de la prise de courant superficielle par contacts magnétiques; mais peut-être pourra-t-il aussi servir de guide pour l'établissement de règlements et de prescriptions de sécurité, dont la nécessité se fait vivement sentir en ce qui concerne ces sortes d'installations.

G. Paul.

SUSPENSION A ROTULE

POUR

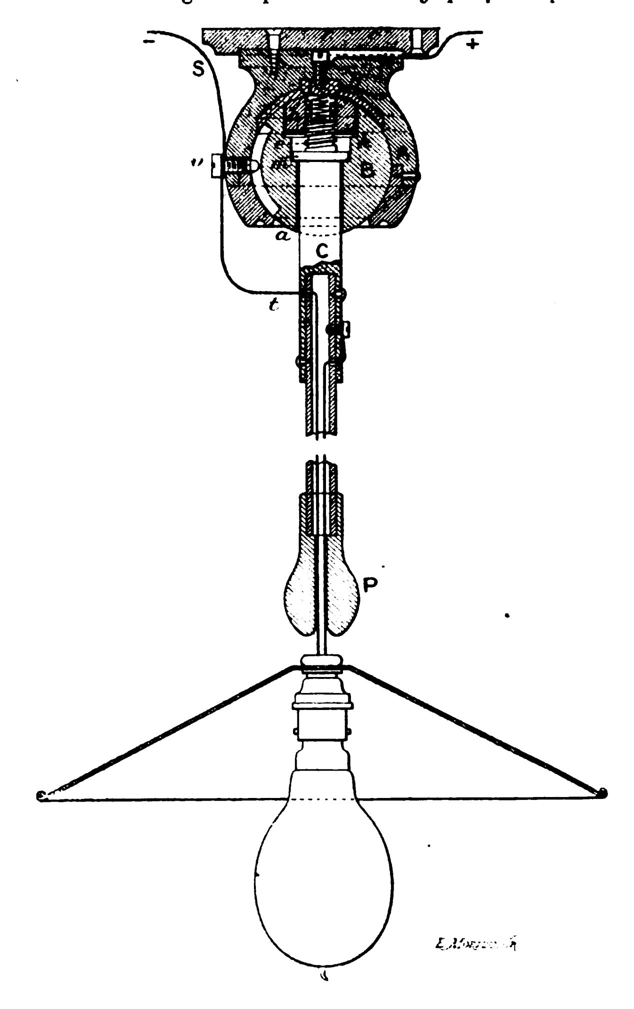
LAMPES A INCANDESCENCE

La *Compagnie pour la fabrication des compteurs* utilise dans ses bureaux un système de suspension de lampes à incandescence très ingénieux qu'elle exploite et qui nous semble mériter une description.

Cette suspension permet de placer la lampe dans une position fixe et déterminée, suivant les besoins de l'éclairage des surfaces placées au voisinage de la lampe, ainsi que l'allumage ou l'extinction de cette lampe dans la position qui lui a été donnée.

Le système est constitué essentiellement par un boisseau sphérique en bois A, dans lequel se meut une sphère B à laquelle est fixée la tige C en bambou qui supporte la lampe.

La sphère B peut ainsi occuper une position quelconque dans le cône engendré par la droite xy qui passe par son



centre et l'extrémité inférieure a du boisseau, en tournant autour de l'axe C. L'extrémité supérieure de la tige C porte un manchon en cuivre qui traverse librement la sphère B terminé par un collier m et un pas de vis e. Ce pas de vis traverse une pièce en matière isolante h, indépendante de la sphère B; de plus l'axe C est creusé à sa partie supérieure et porte le ressort b. Un des côtés du boisseau est traversé par une vis v dont l'extrémité glisse dans une rainure r pratiquée dans la sphère. Celle-ci ne peut donc tourner sur elle-même mais peut néanmoins se déplacer de telle sorte que la tige C occupe une position quelconque à l'intérieur du cône xy.

Les deux fils conducteurs de la ligne sont constitués, l'un par le fil st allant directement à la lampe à travers la tige C, le second par le fil u qui vient aboutir à la masse



de cuivre *j* placée à l'intérieur et à la partie supérieure du boisseau A.

Les manœuvres de l'appareil consistent :

1° A maintenir la lampe fixe et non allumée dans une position quelconque mais fixe et déterminée à l'intérieur du cône xy;

2° A maintenir la lampe fixe et allumée dans une position quelconque, à l'intérieur du cône xy.

Dans le premier cas, la lampe ayant été placée dans la position voulue, au moyen de la tige C, on fait tourner cette tige de droite à gauche, au moyen de la poire P; le pas de vis *e*, en tournant à l'intérieur de la pièce de bois *h*, oblige celle-ci à remonter et à former frein en venant s'appuyer sur la paroi intérieure du boisseau A.

Dans le second cas, la lampe ayant été placée dans la position voulue, on tourne de gauche à droite la poire P, le mouvement fait descendre la pièce de bois *h* qui vient reposer sur l'enclave K pratiquée dans la sphère.

A ce moment, la vis trouvant un point d'appui, continue à monter et vient former frein en même temps que le contact s'établit entre le manchon et la pièce de cuivre *j*. Si l'on veut déplacer la lampe, sans toutefois l'éteindre, on tourne légèrement la tige C de droite à gauche; l'extrémité supérieure du pas de vis ne formant plus frein, on peut déplacer la sphère pendant que le ressort *b* assure le passage du courant. Pour éteindre la lampe, on fait de nouveau tourner la tige C dans le même sens, jusqu'à ce que le ressort ne soit plus en contact avec le boisseau. Ces diverses opérations ne nécessitent que le déplacement d'un tour de vis dans chaque sens.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Une importante installation d'usine. — La maison Edwen Beallis et Cie de Middlesborough, qui est concessionnaire en Angleterre des dynamos et moteurs Pieper, installe actuellement des transmissions électriques dans les ateliers de MM. Whitwell et Cie, à Thornaby on Tees. On aménage deux groupes électrogènes de chacun 250 chevaux, et on prévoit l'emplacement d'un troisième groupe dans la salle des machines. Chaque groupe comprend une machine de Belliss à grande vitesse directement couplée à une dynamo compound multipolaire de Pieper, bobinée pour une tension de 240 volts. Ces machines alimenteront 40 lampes à arc, 400 lampes à incandescence, et aussi divers moteurs pour actionner six grues de quai, des cisailles, des poinçonneuses, un marteau-pilon et les machines-outils des ateliers de forgerons, de menuisiers, etc.

La téléphonie sans fil. — Nous avons déjà signalé les essais de téléphonie soi-disant sans fil, qu'on a faits à la campagne, il y a quelques mois, devant les représentants de la presse quotidienne, qu'on avait conduits par un train spécial et invités à un bon déjeuner.

Tous les journaux s'empressèrent de décrire les merveilles qu'ils n'avaient pas vues; aussi il parut curieux que, si on avait fait une découverte tellement extraordinaire, on n'eût pas aussi invité la presse électrique, et on en a tiré certaines conclusions.

Dernièrement encore la merveilleuse téléphonie sans fil s'est présentée de nouveau, et la Cie Armstrong-Orling s'est formée pour l'exploiter avec un capital de 4600000 fr.

Plusieurs de nos journaux ont donné des descriptions merveilleuses du nouveau système de téléphonie, qu'aucun savant n'a vu ni décrit. On dit que la compagnie, — qui a, comme un journal le dit naïvement, fait ses essais non pas avec la téléphonie sans fil par la terre, mais au moyen d'une résistance artificielle qui représente la terre, — a déjà publié un catalogue de ses instruments. Pour une petite somme on peut dès maintenant acheter un téléphone qu'il suffit d'attacher aux tuyaux de gaz et d'eau, afin de tenir une conversation à une distance de plusieurs kilomètres. Il sera intéressant de suivre les manœuvres de cette compagnie, qui se dévoilera, d'ici peu, comme une gigantesque escroquerie.

L'adjudication de Sydney. — Il faut croire que les industries britanniques sont dans une grande activité, pour avoir fait tant de choses en si peu de temps et en particulier l'exécution de l'installation de Sydney. Il est vrai que, au début, les entrepreneurs anglais de grandes installations électriques n'étaient pas préparés pour les nombreuses demandes qui se sont produites depuis quelques années, et comme résultat les Américains et les Allemands ont obtenu toutes les grandes commandes.

Depuis ce temps-là, les choses ont changé : 1° les fabricants anglais se sont préparés lentement et maintenant ils sont plus que prêts; 2° les Allemands ont, pour la plupart, fait faillite; et 3° les Américains, qui ont récemment construit de grandes usines dans les colonies anglaises, ont trouvé qu'il est bien difficile d'obtenir des commandes, à moins de vouloir accepter le paiement en papier; et on prédit que bientôt ils se trouveront dans des difficultés analogues à celles de leurs rivaux les Allemands.

Parmi les maisons anglaises qui ont si bien progressé, celle de Dick Kerr et Cie a réussi le mieux. Pendant ces dernières années elle a souvent pris les plus grandes commandes ici et dans nos colonies contre la concurrence étrangère la plus vive. La dernière victoire a été à Sidney, où cette maison a obtenu une soumission pour près de 1 250 000 fr. Jusqu'à présent on avait considéré l'Australie la propriété exclusive des Américains, et cette victoire a occasionné de grandes réjouissances. L'installation comprend deux dynamos de 600 kilowatts et une de 300 kilowatts enroulées pour 5000 volts à courant triphasé.

Deux sous-stations fourniront le courant continu au

réseau à trois fils actuellement existant, et quatre autres stations au moyen de transformateurs, qui réduiront la tension à 240 volts entre chacun des fils et le point neutre de l'étoile. Dans ces conditions les câbles de distribution seront à quatre conducteurs, et les lampes seront branchées entre chacun des trois fils et le fil neutre.

Les chaudières seront du type ordinaire de Babcock et Wilcox et les machines seront construites par Ferranti. Il y a aussi cinq moteurs-générateurs, ainsi qu'une batterie d'accumulateurs et tout l'appareil d'une station.

Cette maison a aussi en train de grandes commandes pour l'Inde, Hong-Kong, etc.; mais il faut aussi remarquer que d'autres maisons anglaises font également de bonnes affaires.

Les tramways du London County Council. — On accorde un grand intérêt aux tramways à caniveau souterrain, que le London County Council installe à grands frais dans le sud de Londres.

Les travaux furent commencés en avril et ont avancé depuis de 250 mètres environ par jour y compris le déplacement de l'ancienne ligne à chevaux, qu'on fait par une nouvelle méthode, en soulevant la voie entière au moyen de crics, enlevant avec le pavé, les traverses, le béton et les rails.

Le caniveau a une profondeur de 61 centimètres et une largeur de 41 centimètres; il est constitué par des pièces de fonte placées à des intervalles réguliers. On emploie du béton pour remplir les intervalles séparant les pièces de fonte et pour rendre le caniveau régulier, les pièces de fonte sont reliées au rail du caniveau et aux rails principaux au moyen de boulons.

Le conducteur consiste en une barre en acier fondu de la forme d'un T, d'une section de 14,2 cm^2, qui est supportée par un isolateur et attachée à l'ossature métallique du caniveau. Deux de ces conducteurs, placés dos à dos, suivent la longueur entière de la voie, et ils sont interrompus chaque demi-mille (0,8 km) afin de se conformer aux règlements du *Board of Trade*. On pense que la voie sera finie en décembre et l'essai du système est attendu avec grand intérêt dans les milieux de tramways électriques. On craint que les conditions restrictives imposées empêchent la ligne d'avoir un succès commercial, mais probablement les mauvais prophètes auront tort.

Une manufacture de charbons pour lampes à arc. — Le grand mouvement de l'industrie électrique en Angleterre s'accuse de plusieurs manières. Un des faits les plus curieux est qu'il y a quelques années, la fabrication des charbons fut ruinée en Angleterre par les fabricants continentaux, lesquels, avec leurs meilleures méthodes de fabrication, pouvaient vendre à plus bas prix que l'Anglais qui marche plus lentement.

Pendant quelques années, les charbons de l'étranger seulement ont été vendus en Angleterre, et on n'avait fait aucun essai de changer cet état de choses jusqu'à présent.

La *General Electric C° Limited* a pensé qu'avec des usines bien équipées, on peut produire des charbons pour lampes à arc tout à fait équivalents à l'article étranger, et aussi bon marché. Cette compagnie a élevé de grandes usines à Witton près de Birmingham, qu'on a équipées avec de nombreuses machines, du plus récent modèle qu'on pouvait trouver sur le continent. On a nommé comme directeur de ces usines M. Hardmuth, qui est renommé dans la fabrication des charbons, et maintenant la compagnie fait des annonces pour avoir des commandes.

Ceci devrait intéresser les fabricants français de charbons pour lampes à arc, dont plusieurs trouvent un bon écoulement dans ce pays.

Actuellement les usines ont 200 ouvriers et comme ils sont dans le pays de charbon et près de Birmingham, ils pourront se procurer à très bon marché le charbon de cornue à gaz.

Une grande turbine à vapeur de Parsons. — Dans une communication récente faite à l'*Institut of Mechanical Engineers* par M. Woodhouse, on donna la description d'un turbo-alternateur de 1500 kilowatts que MM. C. A. Parsons et Cie ont installé pour la *Newcastle Electric Supply C°*. La machine est calculée pour une tension variant de 5000 à 6000 volts avec une fréquence de 40 périodes par seconde à une vitesse angulaire de 1200 tours par minute.

L'alternateur est directement couplé à la turbine et il est monté sur ses propres paliers qu'une circulation forcée d'eau et d'huile refroidit et lubréfie.

Les chiffres suivants d'un essai fait à la station de Newcastle sont intéressants : Vitesse angulaire moyenne en tours par minute, 1200; charge moyenne totale en kilowatts, 1442; pression de vapeur, 13,7 kg par cm^2. Dépense en kg de vapeur par kilowatt-heure 8,2.

On pense que, vu l'économie, on emploiera plusieurs de ces grandes turbines dans les grandes installations prochaines.

C. D.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 4 août 1902.

Mesure de la limite élastique des métaux.. — Note de M. Ch. Fremont, présentée par M. Maurice Levy. (Voy. les *Comptes rendus*.)

Sur une nouvelle méthode de mesure optique des épaisseurs. — Note de MM. J. Macé de Lépinay et Buisson. (Voy. les *Comptes rendus*.)



Réflexion de la lumière sur un miroir de fer aimanté perpendiculairement au plan d'incidence. — Note de M. P. Camman, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — Une théorie complète de la réflexion de la lumière sur les miroirs métalliques aimantés a été donnée par M. C.-H. Wind dans les *Archives néerlandaises* (2e série, t. I, 1897). Dans le cas particulier où l'aimantation est perpendiculaire au plan d'incidence, la conclusion est la suivante : Si la lumière incidente est polarisée dans le plan d'incidence, l'aimantation n'a aucune influence sur la réflexion. Elle fait, au contraire, varier à la fois la phase et l'amplitude de la lumière réfléchie, si le rayon incident est polarisé perpendiculairement au plan d'incidence. Ce sont ces résultats théoriques que j'ai vérifiés expérimentalement, en mesurant la variation de la différence de phase entre les deux composantes principales et celle de l'azimut rétabli. (Suit le détail des expériences.)

Le rapprochement des résultats montre que les différences sont de l'ordre des erreurs d'expérience. On peut donc dire que ces expériences confirment d'une manière satisfaisante la théorie de M. Wind.

Moyen de régler les résonateurs de haute fréquence, en vue de leur emploi médical. — Note de M. H. Guilleminot, présentée par M. Bouchard. — Les résonateurs de haute fréquence employés en médecine se composent d'un circuit inducteur, ou générateur du champ : c'est le circuit de décharge des condensateurs; et d'un circuit induit à l'extrémité duquel se produisent les effluves, étincelles, souffles. Le circuit inducteur, composé des surfaces condensatrices et du conducteur, présente une certaine capacité c et un certain coefficient de self L desquels dépend la période des oscillations du courant de décharge, et par conséquent leur longueur d'onde, d'après la formule $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

L'induit a un rendement d'autant meilleur qu'il est mieux accordé pour le champ considéré. Je n'ai pas à m'étendre ici sur le sens qu'il faut donner à ces mots : *accord du résonateur avec le champ oscillant.* Quoi qu'il en soit, le réglage d'un résonateur consiste à faire varier la self ou la capacité du générateur par rapport à celles de l'induit.

Dans le résonateur Oudin en forme d'hélice, l'inducteur et l'induit sont placés à la suite l'un de l'autre, et le réglage consiste à prendre plus ou moins de spires comme inductrices, diminuant ou augmentant d'autant le nombre des spires induites. Dans le résonateur d'Arsonval en forme de bobine, l'inducteur est invariable comme capacité et comme self, mais on peut le promener le long de l'induit auquel il est extérieur, de telle sorte que l'on modifie la longueur des deux portions droite et gauche de l'induit (par rapport au plan de l'inducteur), faisant varier du même coup ses caractéristiques et, avant tout, sa self.

Dans le type en spirale plate que j'ai décrit antérieurement [1], l'inducteur est constitué par la spire externe de l'appareil, et l'induit est formé par toute la partie intérieure de la spirale. Cette forme de résonateur a pour but d'utiliser l'énorme champ développé sur chacune de ses faces, d'une part pour l'électrisation par influence des malades, d'autre part pour la production par influence d'une charge de même signe ou de signe contraire dans une spirale placée en regard de la première et dont l'enroulement est de même sens ou de sens contraire. Le réglage des spirales pouvait se faire comme celui du résonateur Oudin. Ce réglage, ici, n'est pas commode, à cause des connexions à établir entre les deux spirales à travers l'espace utile à l'emploi.

J'ai été ainsi amené à chercher un autre mode de réglage. Celui que je présente ici est applicable d'ailleurs à tous les résonateurs.

J'ai d'abord cherché s'il était pratiquement possible d'obtenir le réglage en prenant comme variable le facteur C dans la formule

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

c'est-à-dire en faisant varier la surface des condensateurs. Après une série d'essais, faits notamment avec un condensateur à feuilles d'étain formé de 40 touches de 5 cm × 25 cm et jumellées quatre par quatre sur les deux diélectriques, de manière à obtenir une surface variant de 75 cm² à 750 cm², j'ai renoncé à ce procédé, qui ne permet qu'imparfaitement d'arriver au résultat cherché. Pour utiliser au mieux l'énergie d'une bobine donnée, il y a avantage à prendre un condensateur tel que sa capacité et son étincelle de décharge soient maxima, la décharge se produisant à chaque interruption du trembleur. Je n'insiste pas sur ces expériences, dont le résultat négatif m'a conduit à chercher de nouveau le réglage en prenant comme variable le coefficient de self dans l'expression $\sqrt{LC}$.

J'ai introduit dans le circuit une bobine de self variable constituée tout simplement par un fil de cuivre de grosse section formant une hélice d'une quinzaine de spires et analogue à l'hélice que le professeur d'Arsonval mettait en dérivation entre les armatures externes des bouteilles de Leyde, lors de ses expériences prolongées où il était utile d'avoir cette dérivation *de garde* contre les décharges à basses fréquences.

Cette bobine de réglage, je le répète, est, pour le cas qui nous occupe, placée en circuit et non en dérivation. Un curseur permet de mettre plus ou moins de spires dans ce circuit, de manière à en augmenter plus ou moins la self. Je résumerai en deux mots les résultats des expériences que j'ai faites avec les divers résonateurs. Lorsque l'on se trouve dans le voisinage des meilleures conditions de fonctionnement d'un résonateur, par exemple lorsque, dans le résonateur Oudin, l'inducteur comprend de 1 à 5 spires, le réglage de la bobine de self suffit pour assurer le rendement maximum aussi bien que le réglage précis de l'inducteur qui donnerait le rendement maximum, par exemple à 4,5 spires. Si l'on s'éloigne de ces conditions, que l'on n'ait qu'une spire, une demi-spire, on arrive encore, avec la bobine de self, à avoir un rendement appréciable. Et même, si l'on supprime toute spire dans l'inducteur et que l'on établisse seulement un contact à l'origine du résonateur, les effluves atteignent encore 6 cm à 7 cm, alors que, sans la bobine de self, on n'obtient que de maigres étincelles de 1 mm de longueur.

Ces résultats, surtout frappants avec le résonateur Oudin, prouvent que, dans le réglage des résonateurs,

(1) *Arch. d'électr. méd.*, 1901, p. 287.

c'est moins le rapport des longueurs ou du nombre des spires de l'inducteur et de l'induit qui est à considérer, que le coefficient de self propre du circuit inducteur.

Avec les spirales telles que je les ai construites, on se trouve dans le voisinage des meilleures conditions de rendement lorsqu'on prend la spire externe comme inductrice. Aussi la mise en circuit de la bobine de self réglable donne-t-elle des résultats tout à fait satisfaisants et le rendement de la spirale ainsi réglé est approximativement égal au maximum.

Séance du 11 août 1902.

Sur le mode de formation des rayons cathodiques et des rayons de Röntgen. — Note de M. Th. Tommasina. (*Extrait.*) — L'étude de la production unipolaire des rayons X avait permis à M. Jules Semenov [1] de constater que *l'anticathode n'émet de rayons que si elle porte une charge électrique et que, reliée au sol, elle n'engendre presque pas de rayons.* Étant donnée l'importance théorique de ce fait, j'ai voulu essayer si, par quelques modifications expérimentales, il me serait possible de l'établir nettement.

(Suit le détail des expériences).

Les résultats obtenus montrent que la transformation du flux électrique anodique en rayons cathodiques peut avoir lieu par des réflexions multiples contre les parois ntérieures du tube, comme on l'avait constaté par le dispositif bipolaire usuel. Ainsi l'on peut établir les conclusions suivantes :

1. *La réflexion diffuse du flux anodique seul est suffisante pour donner naissance aux rayons cathodiques et aux rayons de Röntgen.*

2. *Le phénomène a lieu même avec l'anticathode reliée au sol.*

3. *La réflexion multiple par les parois d'un tube à vide, au degré voulu de raréfaction, suffit pour produire la transformation partielle du flux anodique en rayons cathodiques et en rayons de Röntgen.*

Ces conclusions sont en parfait accord avec la déduction qu'on peut tirer du fait connu de l'existence de la tache d'oxydation dans la partie centrale du miroir concave de la cathode des tubes focus en usage. En effet, la position de cette tache démontre d'une manière irréfutable que l'agent qui produit les rayons cathodiques ne peut pas être émis par la cathode, et qu'il doit lui arriver d'une source qui se trouve dans le tube même, donc de l'anode. Ainsi cet agent doit être dans le flux anodique. Que la réflexion joue un grand rôle, sinon le rôle capital, dans la transformation du flux électrique en radiations, c'est ce qui était déjà démontré par le fait que les rayons cathodiques et les rayons X sont beaucoup plus intenses lorsqu'ils sont formés dans un tube focus muni d'anticathode que lorsqu'ils émanent directement de la cathode d'un tube simple.

D'après les conclusions précédentes, on peut envisager le mode de formation de ces rayons de la manière suivante : Le flux électrique qui part de l'anode pour se propager dans l'air raréfié du tube suit les lignes de force, formant lui-même ses propres conducteurs, qui consistent en alignements polarisés de manière radiante, comme cela a lieu dans la production du fantôme électrique par les poudres conductrices dans les liquides diélectriques, où l'on observe des projections ou jets de particules.

Ce flux, étant oscillant, donne lieu à une destruction périodique des contacts, laquelle produit des vibrations qui deviennent visibles sous forme de luminescence. Dans le champ, ces alignements vont embrasser de tous les côtés le miroir cathodique, mais leur faisceau plus dense frappe la face concave en regard, laquelle se réchauffe davantage où les points d'arrivée sont plus nombreux. Cet échauffement augmente la raréfaction à proximité de la surface cathodique et donne lieu à l'espace obscur de Hittorf, ce qui explique l'accroissement de cet espace de nature interférentielle lorsque l'action est plus intense.

Ce serait dans ces conditions et par suite de la modification mécanique de l'absorption partielle et de la réflexion diffuse, que la transformation semblerait avoir lieu. Ceci admis, on peut appliquer à cette catégorie de phénomènes les lois sur la prorogation du flux de déplacement ou de polarisation dans un milieu diélectrique : ainsi les équations de Maxwell. Comme les déplacements infiniment petits d'un corps parfaitement élastique suivent les mêmes lois, on passe par l'intermédiaire du flux de déplacement uniforme aux vibrations, et l'on peut établir une liaison mécanique entre le flux électrique et les radiations.

[1] *Comptes rendus*, 1901, t. CXXXIII, p. 217.

Toxine tétanique ; observations de la résistance électrique et de l'indice de réfraction. — Note de MM. Dongier et Lesage, présentée par M. Amagat. (Voy. *les Comptes rendus.*)

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

318 597. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Emploi d'agglomérés métalliques dans la construction de dynamos génératrices et réceptrices à courant continu et à courants alternatifs* (11 février 1902).

318 628. — **Kuppers.** — *Dispositif pour nettoyer et polir les collecteurs des moteurs électriques* (12 février 1902).

318 630. — **Monnier.** — *Perfectionnements aux vases d'accumulateurs* (12 février 1902).

318 698. — **Mme Angermeyer.** — *Perfectionnements aux batteries de piles électriques* (15 février 1902).

318 482. — **Phillips.** — *Contrôleur de courant électrique* (7 février 1902).

318 550. — **Conrad.** — *Instrument indiquant la relation de phase à la différence de deux circuits à courants alternatifs ou polyphasés* (10 février 1902).

318 561. — **Hopfelt.** — *Résistance électrique* (10 février 1902).

318 666. — **Beau.** — *Gaine souple à rainures ou canaux multiples en matière isolante pour canalisations électriques* (15 février 1902).

318 716. — **Ziegenberg.** — *Perfectionnements aux électro-dynamomètres à bobines plates et à indications directes* (15 février 1902).

318 606. — **Bremer.** — *Matière thermo-électrique* (12 février 1902).

318 617. — **Société International Self Winding Clock C°.** — *Horloge à remontage électrique* (12 février 1902).

318 620. — **Conradty.** — *Procédé de fabrication d'électrodes en charbon pour lampes à arc* (12 février 1902).

318 901. — **Moenninghoff.** — *Embouchure téléphonique mobile* (21 février 1902).

318 727. — **Canellopoulos.** — *Perfectionnements apportés aux accumulateurs* (15 février 1902).

318 768. — **Dupaigne.** — *Machine électrique sans inducteur, génératrice ou réceptrice* (17 février 1902).

318 783. — **Société Submerged electric motor Company.** — *Machine dynamo-électrique* (18 février 1902).

318 844. — **Marshall.** — *Perfectionnements apportés aux dynamos et moteurs électriques* (19 février 1902).

318 895. — **Leclerc.** — *Induit pour compteur-moteur* (21 février 1902).

318 912. — **Gouin.** — *Perfectionnements aux électrodes d'accumulateurs* (21 février 1902).

318 962. — **Apple.** — *Perfectionnements dans les piles électriques* (22 février 1902).

318 963. — **Apple.** — *Perfectionnements dans les accumulateurs ou piles secondaires* (22 février 1902).

318 965. — **Meirowski.** — *Isolateur pour bobines ou enroulements électriques* (22 février 1902).

318 994. — **Broca et Pellin.** — *Charbons photogéniques et photographiques* (24 février 1902).

318 928. — **Arcioni.** — *Perfectionnements dans les appareils servant à la mesure des courants électriques avec retour automatique de l'équipage mobile au zéro* (21 février 1902).

318 756. — **Roux.** — *Joint métallique hermétique, obtenu par la liquéfaction à volonté, d'un métal quelconque au moyen d'un courant électrique* (17 février 1902).

318 769. — **Bignon et Eisenmann.** — *Lampe à arc en vase clos* (17 février 1902).

318 774. — **Société Siemens et Halske Aktiengesellschaft.** — *Charbon pour lampes à arc électrique* (17 février 1902).

318 785. — **Société Ch. Mildé fils et Cie et M. Martin.** — *Dispositif aux boutons électriques de sonnerie pour empêcher le vol des parties métalliques* (18 février 1902).

318 790. — **Heany.** — *Perfectionnements dans les lampes à arc* (18 février 1902).

318 821. — **Seve.** — *Nouveau lustre extensible à nombre de branches quelconques* (17 février 1902).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie générale parisienne de Tramways (Tramways Sud). — L'Assemblée ordinaire et extraordinaire des actionnaires s'est tenue le 27 mars écoulé.

L'exercice 1901 n'a pas été pour cette Compagnie aussi favorable qu'on avait pu le supposer, ainsi qu'il résulte des comptes présentés. Au cours de cet exercice les Tramways Sud ont subi les conséquences de l'abaissement des tarifs, imposé prématurément même sur les lignes qui fonctionnent encore avec la traction animale, alors qu'il ne devait entrer en vigueur qu'après leur transformation. Devant les injonctions formelles de l'Administration supérieure à cet égard, la Compagnie a dû se résoudre à effectuer cette réduction de tarif tout en réservant ses droits.

Cependant, le Ministre des travaux publics ayant fait preuve à l'égard de la Compagnie de dispositions favorables pour les transformations demandées, le Conseil n'a pas cru devoir engager d'instance au sujet de l'abaissement prématuré des tarifs. D'autre part, on sait que cet abaissement n'a été effectué que sur les lignes dites « de pénétration ».

Pendant l'année 1901, deux inconvénients ont pesé lourdement sur l'exploitation : d'abord la traction par accumulateurs, à laquelle la Compagnie a dû provisoirement se résigner sur certaines lignes, dans l'impossibilité où elle était jusqu'ici d'obtenir une solution moins dispendieuse; ensuite, le maintien sur certaines autres lignes de la traction animale, dont la transformation en traction mécanique s'est trouvée retardée par les difficultés éprouvées pour l'obtention des autorisations administratives utiles.

A l'Assemblée ordinaire de 1901, le Conseil d'administration avait fait prévoir, dans son rapport, l'ouverture prochaine en traction mécanique de certaines lignes. Celles-ci ont été ouvertes, en effet; la ligne de *Malakoff-les-Halles*, le 2 janvier 1901; la ligne de *Clamart-Saint-Germain-des-Prés* et *Vanves-Saint-Germain-des-Prés*, le 2 mars; la ligne de *Vanves-Saint-Philippe-du-Roule*, le 15 avril suivant. Ce sont précisément ces lignes à accumulateurs, dont la Compagnie doit améliorer le fonctionnement dès que ses moyens le permettront.

En ce qui concerne la transformation du réseau du *Châtelet*, on remarque que les lignes partent du même point terminus dans Paris, suivent d'abord un parcours commun, puis bifurquent et s'étalent en forme d'éventail, pour atteindre, dans la banlieue, des terminus différents. Dans le parcours commun, qui correspond précisément aux régions de la grande circulation parisienne, les voitures sont nombreuses et le trafic intense. Ce parcours commun peut donc être établi avec le système du caniveau souterrain, qui donne satisfaction sur d'autres lignes, où il a été mis en service. Mais, à partir du point de séparation des lignes, l'établissement du caniveau exigerait d'importants capitaux, dont la rémunération grèverait d'une façon excessive les résultats industriels. Il est donc nécessaire, sur ces parcours à trafic moindre, de recourir à une solution qui soit à la fois pratique et économique; aussi, la Compagnie a-t-elle demandé à y installer le trolley aérien, ce qui paraît devoir être accordé dans certains quartiers.

La question des accumulateurs a soulevé parmi les assistants une discussion, d'où il résulte que ce système ayant été reconnu défectueux, il sera pourvu, dès qu'il sera possible, à son remplacement. Il n'a pas été traité avec la Compagnie Thomson-Houston pour garantir la perte par voitures à accumulateurs. Or, d'après l'exercice écoulé, chaque voiture par accumulateurs laisserait une perte de 2000 fr. par an. La Compagnie des Tramways Sud a bien une garantie temporaire, une garantie pendant les expériences; mais une fois

ces expériences terminées, cette garantie cesse, et la période d'expériences va prochainement expirer. Dès lors, la garantie cessera et, de ce moment, jusqu'à l'époque où la Compagnie pourra mettre en exploitation les voitures par d'autres moyens, il y aura une perte de quelques milliers de francs.

Des comptes qui ont été présentés, il résulte que les bénéfices nets de l'exercice ne se sont élevés qu'à 1 456 590,39 fr, contre 1 567 726,17 fr pour l'année 1900. La différence provient presque exclusivement de l'augmentation des dépenses d'exploitation, qui ont passé de 4 932 869,15 fr à 6 094 275 fr. Quant aux recettes, bien que l'année 1900 ait été favorisée par l'Exposition, celles de 1901 ont été supérieures. Les résultats des deux derniers exercices se présentent comme suit :

Charges.

	1900.	1901.
Dépenses de l'exploitation et frais généraux divers	4 932 869,15	6 094 275,00
Avaries non recouvrables sur l'exercice antérieur	3 194,22	5 332,70
Solde débiteur de la caisse de secours	12 620,92	22 160,57
Solde débiteur du compte intérêts, commissions et arrérages	»	2 426,00
Total des charges	4 948 684,27	6 125 212,87

Produits.

	1900.	1901.
Produits bruts d'exploitation	6 163 487,05	6 903 253,25
Recettes hors trafic	159 543,44	678 570,01
Intérêts, commissions et arrérages	193 379,95	»
Total des produits	6 516 410,44	7 581 803,26
Rappel de charges	4 918 684,27	6 125 212.87
Bénéfices nets de l'exercice	1 567 726,17	1 456 590,39
Report de l'exercice précédent	6 741,22	7 966,10
Solde disponible	1 574 467,39	1 464 556,58
Diminution en 1901	109 910,81	

Le solde disponible s'élevant à 1 464 556,58 fr a permis de répartir 10 fr par action contre 12,50 fr pour l'exercice précédent, et de reporter à nouveau une somme de 503 707,06 fr, après prélèvement de la réserve légale et de l'amortissement des actions. D'ailleurs voici le détail de la répartition pour les deux exercices :

	1900.	1901.
Réserve légale	78 583,50	72 829,52
Amortissement du capital	78 860,90	73 000,00
Dividende (12,50 fr en 1900 et 10 fr en 1901)	1 319 480,00	1 015 020,00
Conseil	39 774,00	»
Fonds de prévoyance	50 000,00	»
Report à nouveau	7 966,19	303 707,06
Total du solde disponible	1 574 467,39	1 461 556,58

BILANS COMPARÉS

Actif.

	31 décembre 1900.	31 décembre 1901.
Actions amorties	4 513 000,00	4 624 500,00
Dépenses de premier établissement :		
Voies ferrées	5 270 307,08	5 270 307,08
Immeubles-Constructions	2 169 910,09	2 149 906,49
Cavalerie	855 150,48	648 447,44
Matériel roulant, matériel fixe et outillage	915 753,97	863 247,19
Mobilier	20 768,85	21 341,85
Approvisionnements divers	558 015,42	1 012 828,51
Caisse et banquiers	246 271,08	569 372,40
Portefeuille et cautionnements	564 127,07	205 778,73
Lignes nouvelles et transformations générales	27 492 202,74	28 684 865,09
Lignes nouvelles, compte d'études	12 160,20	12 380,35
Divers, compte du personnel	16 537,57	10 254,37
Débiteurs divers	314 410,64	978 459,88
Total	42 976 414,99	45 051 672,38

Passif.

	1900.	1901.
Capital social	30 000 000,00	30 000 000,00
Réserves et amortissements :		
Réserve statutaire	255 245,70	335 635,00
Amortissement du capital	4 513 000,00	4 624 500,00
Réserve pour amortissement du capital	52 659.10	50 000.00
Assurances contre les accidents du travail	36 416,95	55 251,47
Provision, réglement de comptes litigieux	48 100,67	23 820.25
Droit de stationnement	61 207,05	65 582,57
Compagnie des omnibus : échange des correspondances	7 572,24	9 569,54
Personnel	114 701,15	121 452,28
Fournisseurs et entrepreneurs	1 8 845,45	201 950.01
Coupons à payer	1 400,00	7,567.75
Titres à rembourser	4 500,00	17 250,00
Créditeurs divers	210 462,51	315 455.57
Marché d'entreprise générale	6 007 856,00	7 763 105.36
Profits et pertes : bénéfices de l'exercice	1 567 726.17	1 456 590.39
Report de l'exercice précédent	6 741,22	7 966,19
Total	42 976 414,99	45 051 672,58

Après avoir approuvé les comptes ainsi présentés, les actionnaires ont voté la distribution d'un dividende de 10 fr par action et réélu les administrateurs sortants : MM. Ch. Burrell, E. Siry, A. Postel-Vinay, E. Thurnauer, E. Rostand et Ch. Brice.

A la suite de l'Assemblée annuelle s'est tenue l'Assemblée extraordinaire, dont la délibération a porté sur le projet d'augmentation du capital de 20 millions. Cette augmentation serait effectuée dans le but d'éteindre le passif envers les fournisseurs, et ensuite d'installer, partie en caniveau et partie en trolley, les lignes qui sont actuellement à traction animale et à traction électrique par accumulateurs.

Une somme de 8 millions environ est nécessaire pour la première de ces causes, la seconde entraînera une dépense estimée à environ 17 millions; c'est donc de 25 millions dont la Compagnie aurait actuellement besoin. Mais devant l'impossibilité de chiffrer à l'avance, d'une façon précise, le prix de toute transformation, et l'incertitude où il se trouve également des époques auxquelles devront être soldés les travaux, le Conseil d'administration conservant l'espérance de voir les dépenses se réduire par une application plus étendue du trolley aérien, a cru devoir limiter à 20 millions sa proposition. Ces 20 millions devront être employés dans des délais prochains. En cas d'autres besoins, une nouvelle Assemblée aurait à délibérer sur une proposition d'émission d'obligations.

D'abord, il sera fait une émission de 10 millions sur l'augmentation de capital de 20 millions. Cette somme permettra d'éteindre le passif et de commencer quelques travaux; lorsque ceux-ci seront en un état d'avancement suffisant, il sera émis à nouveau 10 millions de francs, ce qui en définitive portera le capital social à 50 millions de francs.

Cependant le groupe financier, qui a proposé de garantir la souscription, a demandé de substituer éventuellement à la seconde augmentation de capital, une émission d'obligations produisant la même somme, et qu'il s'engageait à souscrire. Aussi bien dès à présent qu'à l'époque de la seconde augmentation de capital, les actionnaires conserveront tous les droits de souscription qui leur sont attribués par les statuts.

Toutes les explications demandées ayant été fournies par le Conseil d'administration, l'Assemblée a donné à celui-ci les pouvoirs nécessaires pour se procurer, par une augmentation de capital, les 20 millions dont la Compagnie a besoin, pour, comme il est dit plus haut, éteindre son passif envers ses fournisseurs et achever la transformation de son réseau.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

48 812. — Imprimerie Lahure 9, rue de Fleurus, à Paris.

11ᵉ Année. — Nᵒ 257. 10 Septembre 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
— M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	— Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	— 9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Sur la quantité d'énergie électrique absorbée par la fabrication de l'air liquide. — Nous avons la conviction intime qu'avant peu, grâce aux progrès récents réalisés dans la fabrication de l'air liquide, progrès auxquels notre ancien élève et collaborateur, M. Georges Claude, a contribué pour une si large part, l'air liquide sera un sous-produit important des usines centrales d'électricité qui trouveront à sa fabrication une intéressante utilisation de leur puissance pendant le jour, soit que l'air liquide se fabrique dans l'usine même, soit que le matériel de fabrication établi chez l'abonné emprunte la puissance mécanique nécessaire à l'actionner au réseau, sous forme électrique.

Les débouchés de l'air liquide ne semblent pas exister encore, et l'on n'entrevoit pas non plus la possibilité d'une fabrication importante et rémunératrice. Il n'en sera pas de même lorsque le prix de cet air liquide pourra être abaissé à vingt, quinze et peut-être même dix centimes le litre. Dans ces conditions, les consommateurs ne voudront pas employer autre chose que l'air liquide pour refroidir leurs boissons, et les gens riches pourront, à peu de frais, rafraîchir leurs demeures pendant l'été, en y faisant couler à flots l'air liquide qui, tout en rafraîchissant l'atmosphère, la dessèchera et l'enrichira, puisque, en réalité, l'air liquide renferme de 40 à 60 pour 100 d'oxygène, au lieu de 23 pour 100 seulement que renferme l'air ordinaire. On voit déjà quels énormes débouchés peut recevoir l'air liquide, en dehors des applications scientifiques et industrielles.

Mais pour que ces débouchés se créent, il faut obtenir l'air liquide à bon marché, et pour encourager les recherches dans cette voie, montrer ce qui a été fait, et ce qui reste à faire, nous croyons utile de reproduire ici quelques résultats d'expériences faites dans le laboratoire de physique de la *Cornell University* par MM. Frank Allen et William Ambler, pour déterminer la puissance de production et le rendement d'une installation de fabrication d'air liquide par le procédé Hampson, procédé exploité par la *Brin Oxygen C°*, de Londres, sur des appareils montés par cette Compagnie dans l'Université.

L'air à liquéfier est puisé au-dessus des toits des bâtiments et traverse de la chaux où il se débarrasse de la poussière et de l'humidité. Il est ensuite comprimé par un compresseur à quadruple effet actionné par un moteur électrique. Les pressions successivement acquises par cet air sont respectivement de 6, 24, 104 et 370 kg : cm². L'air passe ensuite au liquéfacteur où la pression est maintenue à 180 kg : cm² environ.

L'air liquide commence à couler 10 minutes après le commencement de l'opération. La quantité de liquide obtenue représente environ les cinq centièmes de l'air qui traverse l'appareil.

Pour déterminer le rendement de la fabrication, il suffit de faire le rapport de l'énergie mécanique ou électrique dépensée à l'énergie thermique enlevée par la liquéfaction à l'air liquide.

Des expériences récentes ont fixé la densité de l'air liquide à 932 gr par litre, sa capacité thermique à 0,24 calorie par gramme-degré, et sa chaleur massique de vaporisation à 50 calories par gramme. Il résulte de ces chiffres que la

quantité de chaleur nécessaire pour faire passer 1 gr d'air liquide de l'état liquide à la température ordinaire est d'environ 97,5 calories.

Ceci établi, voici les résultats obtenus dans deux expériences :

	I.	II.
Masse d'air liquide produite, en grammes	2 700	5 631
Durée de l'expérience, en minutes	55,5	139
Taux de production, en grammes : heure	2 919	2 431
Énergie thermique rendue disponible par l'air liquide, en calories (g-d)	284 562	237 022
Puissance moyenne électrique absorbée, en watts	18 881	18 650
Rendement du moteur électrique	0,876	0,876
Rendement du compresseur et du liquéfacteur	0,020	0,017
Rendement de l'installation, y compris le moteur	0,017	0,015

Ces chiffres feraient ressortir la production à 116 gr par cheval-heure ou 150 gr par kilowatt-heure, quantité d'énergie beaucoup trop grande pour rendre possible les applications que nous faisions entrevoir au commencement de cette Note. Mais il ne faut pas perdre de vue que le procédé Hampton n'est pas le plus perfectionné, loin de là, que l'air liquéfié n'a pas été entièrement recueilli, que l'air froid s'échappant de l'appareil n'a pas été utilisé à un refroidissement méthodique et que le compresseur à quadruple effet absorbe à vide, toutes soupapes levées, une puissance égale à près de la moitié de celle qu'il absorbe à pleine charge. Il sera intéressant de rapprocher ces chiffres de ceux fournis par le procédé beaucoup plus simple, plus économique et plus rationnel de M. Claude. C'est sur lui que nous comptons pour pouvoir nous faire servir avant peu un bock d'air liquide, bien tiré, sans faux-col d'acide carbonique.

Les batteries d'accumulateurs de l'usine centrale électrique de Milan. — Cette usine centrale, la première, croyons-nous, établie en Europe, a été complètement transformée. Les anciennes machines Édison du type *Jumbo* installées en 1883, et que nous avons vues encore fonctionner en 1899 ont aujourd'hui complètement disparu, et l'usine de Santa Radegonda n'est plus qu'une sous-station de transformation recevant le courant primaire de l'usine de Paderno, après transformation à 3600 volts à l'usine de la Porta Pia. Mais l'usine de transformation ainsi établie ne saurait assurer l'important service des tramways, en cas d'accident à l'usine de Paderno ou à la ligne de transport, ni suffire, dans l'état actuel de la consommation, à la pointe de consommation d'une heure environ chaque soir pendant plusieurs mois de l'hiver. Il fallait parer à ces besoins en installant une réserve constituée, soit par des dynamos à courant continu actionnées par des moteurs à vapeur, soit deux batteries d'accumulateurs réservées l'une aux tramways et l'autre à la distribution de l'énergie électrique.

La première solution fut vite écartée parce qu'elle était moins économique ; elle obligeait, pour constituer une réserve efficace, à tenir les chaudières toujours sous pression, ce qui aurait entraîné une dépense énorme de charbon et de main-d'œuvre. On décida donc d'installer deux grandes batteries d'accumulateurs, et la fourniture en fut adjugée à la fabrique nationale d'accumulateurs Tudor.

La première des deux batteries peut fournir environ 2300 kilowatts pendant une heure, autant qu'il est nécessaire pour alimenter pendant une heure tout le réseau des tramways de Milan, c'est-à-dire 300 voitures. L'autre batterie peut fournir environ 3000 kilowatts pendant une heure pour l'usage de l'éclairage électrique. Cette batterie sert pour couvrir les demandes maximum de courant, de même que pour constituer une réserve suffisante dans le cas d'interruption du courant triphasé.

La tension moyenne de service du réseau des tramways étant d'environ 550 volts dans l'usine, on résolut d'installer pour ce réseau une batterie composée de 260 éléments Tudor du type 192 R avec une capacité de 3464 ampères-heures au régime de décharge de 3464 ampères et pouvant fournir, mais seulement pour de courts intervalles, des décharges de 6000 ampères et plus. Chaque élément pèse 2,2 tonnes ; il est placé sur des isolateurs en porcelaine et a 25 cm de longueur, 80 cm de largeur, et 102 cm de hauteur. Chaque élément se compose de 25 électrodes complètes, dont 12 positives Planté et 13 négatives ; chaque électrode complète, à cause de sa grandeur, est formée de deux moitiés de plaque, chaque moitié ayant 35 × 78 cm mises en séries entre elles c'est-à-dire réunies supérieurement au moyen de soudure et appuyées sur des soutiens robustes en verre disposés verticalement de 15 mm d'épaisseur. Chaque élément se relie à l'élément suivant par une tige de plomb ayant une section longitudinale de 150 cm², et la batterie entière, qui occupe un étage du local, déjà occupé auparavant par les machines supprimées, c'est-à-dire une surface de 600 m², se divise en six rangées parallèles séparées par des passages. Les conducteurs en cuivre qui relient entre elles les différentes rangées d'éléments ont une section totale de 22,5 cm² et se composent de trois barres parallèles de 6 × 125 mm de section ; chacune des barres est suspendue au plafond par des isolateurs spéciaux à cloche, et est réunie aux éléments par des raccords en cuivre et plomb soudés, pour obtenir une conductibilité maxima aux contacts.

Pour cette batterie des tramways (550 volts), pour laquelle un pôle est à la terre, des précautions spéciales ont été prises, afin d'éviter tout accident dû à la haute tension employée.

La batterie pour l'éclairage (capacité 20 000 ampères-heure) est composée de quatre batteries dont chacune se compose de 78 éléments Tudor d'une capacité de 4624 ampères-heures pour un courant de décharge de 4624 ampères. Chaque élément pèse 2,6 tonnes et mesure 95 cm de longueur, 108 cm de largeur et 102 cm de hauteur. Chaque élément se compose de 33 électrodes complètes, dont 16 positives Planté et 17 négatives.

Cette batterie occupe les deux étages inférieurs à celui occupé par la batterie des tramways. Un régulateur de tension combiné avec un régulateur Thury, qui agit par l'introduction de résistances dans le circuit inducteur maintient sur la ligne une tension constante, quel que soit l'état de charge des accumulateurs.

A l'honneur de l'industrie italienne, ajoutons que les accumulateurs dont nous avons parlé, uniques en Europe pour leur énorme grandeur, et qui ont coûté la jolie somme d'un million de lires, ont été entièrement fabriqués en Italie.

La transmission de l'énergie électrique à travers l'espace sans fils conducteurs. — Il y a déjà plusieurs années que certains inventeurs prétendent avoir découvert le moyen de transmettre électriquement de grandes puissances électriques à de grandes distances sans fils conducteurs, par l'emploi de générateurs et de récepteurs d'ondes électriques, tous plus merveilleux les uns que les autres, mais qu'âme qui vive oncques ne vit fonctionner. Les autorités chargées de l'organisation de l'Exposition de Saint-Louis en 1904, désireuses de voir enfin prendre corps à ces belles promesses, ont décidé d'accorder un prix de 3000 dollars (15 000 fr), à la personne qui pourrait transmettre à travers l'espace, sans fils conducteurs, une puissance de un dixième de cheval (75 watts) à travers une distance de 1000 pieds (300 mètres). Il n'est imposé aucune condition de rendement, et le texte nous paraît ambigu, car il nous semble que la puissance de 75 watts n'est pas celle que l'on doit transmettre, mais bien celle que l'on doit recevoir. Il suffirait, en effet, en prenant les conditions du programme à la lettre, de verser la puissance de 75 watts dans l'atmosphère : le poste récepteur en

recueillerait ce qu'il pourrait, ce qui est évidemment une interprétation absurde. La création de ce prix est un véritable défi porté à M. Tesla qui, on s'en souvient peut-être, avait fait annoncer par la grande presse américaine qu'il ferait évoluer des navires placés dans un bassin à l'Exposition de 1900 en les commandant par des ondes électriques émanant de son laboratoire de New-York. Le prix offert par la direction de l'Exposition de Saint-Louis n'est naturellement qu'une simple indication, et ne peut donner une idée de l'importance scientifique, industrielle et sociale d'une découverte de nature à modifier l'humanité le jour où elle se ferait, mais ce prix a l'avantage de mettre une bonne fois au pied du mur les rêveurs, les mystificateurs et les ignorants. Attendons 1904.

Un mot nouveau. — On nous accuse d'abuser des néologismes, alors que nous soutenons seulement cette idée rationnelle que, pour éviter toute confusion, il faut un mot nouveau pour une idée nouvelle, et un seul, et que le même mot ne doit ou ne devrait jamais être pris dans deux acceptions différentes. Un article récent publié par M. C.-F. Guilbert, dans *L'Éclairage électrique*, vient à l'appui de notre thèse.

Dans cet article, M. Guilbert décrit d'ingénieux dispositifs imaginés par M. J.-L. Routin pour maintenir automatiquement constantes la vitesse angulaire et la tension d'un groupe électrogène, quelle que soit la charge. Par analogie avec les générateurs électriques que l'on désigne sous le nom de *compoundés* lorsqu'ils maintiennent une différence de potentiel constante entre leurs bornes, M. Routin donne aussi aux groupes électrogènes munis de son dispositif de réglage le nom de *compoundé*. M. Guilbert accepte cette expression *faute d'une meilleure*.

Il est cependant facile de voir qu'on ne saurait considérer les alternateurs auxquels on a donné jusqu'ici le nom de compoundés, et les alternateurs de M. Routin, comme analogues, ou pouvant se ranger dans la même catégorie, sauf qu'ils constituent, les uns et les autres, des alternateurs plus ou moins complètement réglés.

Il faudrait donc, pour éviter une confusion entre les deux systèmes, créer un mot ou une expression nouvelle qui permette d'en faire nettement la distinction. Sous réserve des critiques et des observations des intéressés, nous nous permettrons de faire la proposition suivante, pour résoudre le problème posé :

Le nom d'alternateur compoundé sera conservé, avec sa signification actuelle, et réservé exclusivement aux machines dans lesquelles on maintient la tension constante ou croissant avec la charge, en agissant exclusivement sur l'excitation.

Les groupes électrogènes, tels que celui de M. Routin, dans lesquels on agit à la fois sur la tension et la vitesse angulaire, c'est-à-dire sur les deux facteurs qui définissent le régime de l'alternateur à toutes les charges, sont des alternateurs *régimés*.

Le dispositif de M. Routin constitue un procédé de *régimage* d'un groupe électrogène.

La parole est à MM. Blondel, Boucherot, Guilbert, Maurice Leblanc, Picou, Routin, etc., sans oublier notre sympathique *Vieux Lecteur*.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bordeaux. — *Éclairage.* — A la suite du vote par le Conseil du cahier des charges de la concession de la distribution et de la fourniture du gaz et de l'énergie électrique, et de l'appel adressé par la municipalité aux concurrents, deux plis avaient été remis à la mairie : l'un par le consortium Soula, l'autre par un groupe composé de MM. Baudry, ingénieur civil à Bordeaux, Gaucher et Masse. Tous deux comportaient l'acceptation intégrale du cahier des charges et des conditions de salaires et de travail.

La proposition du consortium Soula paraissait, tout d'abord, la plus avantageuse. Elle comprenait l'abandon, par la Compagnie du gaz actuelle, de tous les procès pendants entre la Ville et cette Compagnie, et, se basant sur le second paragraphe de l'article 10 du cahier des charges, le Conseil pensait qu'elle renfermait implicitement aussi l'abandon, en fin de concession, de l'ensemble du réseau dit des communes suburbaines.

D'autre part, au lieu de 400 000 fr de chiffre de la redevance annuelle à la Ville imposée par le cahier des charges au concessionnaire, le groupe Baudry offrait une annuité de 525 000 fr par an.

Pour éviter toute ambiguïté, dit M. le Maire, les commissions réunies demandèrent au groupe Soula de confirmer l'abandon du réseau suburbain; mais ce groupe déclara alors que cet abandon restait en dehors des avantages qu'il proposait à la Ville, avantages qui se résumaient donc dans le seul désistement des litiges.

C'est dans ces conditions que la question est revenue mardi soir en commission. Entre temps, le groupe Baudry a porté à 150 000 fr son offre de redevance supplémentaire annuelle, soit 550 000 fr en tout, et la commission, estimant que cette proposition était la plus avantageuse et qu'à son avis une partie des 150 000 fr supplémentaires permettrait de gager au besoin un emprunt largement suffisant pour faire face aux indemnités — incertaines, a-t-on ajouté — auxquelles la Ville pourrait être condamnée en raison des procès en cours, a décidé, en principe, d'accorder la concession au groupe Baudry.

M. le Maire demande au Conseil de ratifier officiellement cette décision et d'autoriser en conséquence l'administration à traiter de gré à gré avec les soumissionnaires sur les bases indiquées.

Cette proposition est mise en discussion.

A la presque unanimité, moins deux ou trois abstentions, le Conseil décide que la concession pour trente années, qui commenceront le 1er juillet 1904, de la distribution et de la fourniture pour tous usages du gaz et de l'énergie électrique sera donnée, aux conditions stipulées, à MM. Baudry et consorts.

Lille. — *Traction électrique.* — La Chambre de commerce de Lille a été priée d'émettre son avis sur les dispositions de l'avant-projet présenté par la Compagnie des tramways et voies ferrées du Nord pour l'établissement d'un réseau de tramways électriques d'une longueur de 305 km dans le département du Nord (réseau Mongy) et sur lequel l'enquête d'utilité publique a été ouverte par arrêté préfectoral du 13 mai.

La commission des transports de la Chambre, dont les rapporteurs sont MM. Paul Delemer et Albert Gossart, a donné son approbation à l'avant-projet, tout en faisant certaines réserves sur la commodité de la circulation :

« La Chambre de commerce, dit le rapport, ne peut qu'approuver, en principe, tout projet qui semble de nature à faciliter les transports en rendant les communications plus directes et plus rapides. — Elle doit se demander pourtant si la multiplication illimitée des lignes de tramways ne va pas rendre de moins en moins aisé le charroi des grosses marchandises si important dans la région.

« L'enchevêtrement, dans plusieurs rues, des voies de deux Compagnies, le passage des tramways, relativement rapide et qui, en certains points, pourra devenir presque continu, rendront dangereuse la circulation des voitures et des piétons eux-mêmes.

« Nous remarquons avec intérêt que les nouvelles lignes seront affectées, non seulement au service des voyageurs, mais aussi au service des messageries et des marchandises. Également nous louons l'initiative prise relativement aux trains ouvriers à prix réduits.

« Il faudrait une étude détaillée, fort approfondie, et pour laquelle, d'ailleurs, plusieurs éléments nous font défaut, pour juger si chacune des lignes projetées répond le mieux possible aux besoins du commerce.

« Dans cet ordre d'idées, nous mentionnerons une réclamation qui nous a été transmise et qui, après examen, nous semble devoir être prise en sérieuse considération : il s'agit de la ligne numéro VII de Lille à Béthume, pour la partie allant de Fournes à Haubourdin, qui a motivé un contre-projet présenté par les maires de sept communes : Beaucamp, Le Maisnil, Radinghem, Escobecques, Erquinghem-le-Sec, Ennetières-en-Englos. Les intérêts de la Compagnie se confondent avec ceux des populations pour faire adopter ce contre-projet de préférence au tracé du projet soumis à l'enquête qui, entre Fournes et Haubourdin, ne traverse aucune agglomération sur un parcours de près de 8 km.

« Il y aura lieu également d'étudier les modifications qui seraient demandées sur d'autres lignes pour donner satisfaction aux intérêts d'un plus grand nombre de communes, et, en ce qui concerne le parcours dans l'intérieur de la ville de Lille, de voir si certains tracés ne pourraient être avantageusement détournés pour éviter le passage des lignes par les promenades publiques.

« Il reste à la Chambre à appeler l'attention de la commission d'enquête sur la nécessité d'avoir, le long des lignes, de nombreux kiosques d'attente, et elle compte sur toute son influence pour faire abaisser, autant que possible, les prix prévus au projet tant pour le transport des voyageurs que pour celui des marchandises à grande et à petite vitesse. »

Thiers (Puy-de-Dôme). — *Éclairage.* — Nous avons signalé, il y a quelque temps, la formation d'une Société sous le nom de Société des forces motrices d'Auvergne, avec objet principal l'utilisation des chutes d'eau de la région de Thiers. Cette Société construit actuellement sa première usine sur le Miodeix, petit ruisseau qui se jette dans la Dore, en face de Sauviat. Les travaux sont poussés activement, afin d'arriver à donner à la fin de l'année l'énergie électrique à la ville de Thiers. — Le Miodeix suit une large et profonde vallée qui se resserre brusquement à une centaine de mètres de la Dore. C'est à ce point que va s'élever le barrage, qui aura une hauteur de 24 m. Derrière ce barrage s'accumulera une énorme quantité d'eau, qui formera un véritable lac sur une longueur de plus d'un kilomètre. Pour la construction du barrage, il est nécessaire de détourner le lit du Miodeix : on creuse en ce moment un tunnel sous lequel on le fera passer pendant les travaux. — Comme le Miodeix pourrait être insuffisant pour alimenter le réservoir, on établit un canal qui prendra de l'eau dans la Dore, à environ 2500 m en amont et l'amènera le long des coteaux jusqu'au-dessus du barrage. — L'usine productrice d'électricité sera installée sur la rive même de la Dore, et en contre-bas du barrage, de sorte que la chute d'eau réelle sera de 29 m. On disposera d'une puissance d'environ 3000 chevaux-vapeur. L'eau amenée par des tuyaux, sera reçue par quatre turbines qui mettront en mouvement des alternateurs Alioth.

Tunis. — *Éclairage.* — Tunis va être éclairé à la lumière électrique; sa magnifique avenue de la Marine n'aura plus rien à envier à la Cannebière.

Dernièrement, en effet, la Compagnie du gaz a procédé à des essais de l'éclairage électrique et a répandu des flots de lumière dans tout un quartier, qui, les soirs de clair de lune exceptés, était toujours resté plongé dans la plus grande obscurité.

La Compagnie pousse activement en ce moment la pose des câbles, qui, par la rue de Marseille, viendront distribuer l'énergie sur l'avenue de la Marine, sur l'avenue de France et dans la partie de la ville arabe comprise entre la Porte de France et le square de la Casbah.

Tout le long de la rue de Marseille les câbles sont aériens et supportés par des colonnes métalliques quadrangulaires.

D'énormes pylones placés à chaque extrémité de cette rue servent de point de départ et d'arrivée au feeder principal, dont le diamètre est d'environ 2 cm.

A l'intersection de la rue de Marseille et de l'avenue de la Marine, le câble disparaît sous terre.

Cette disposition a été adoptée dans le but de conserver toute son esthétique à cette belle avenue et pour ne point compliquer le réseau déjà fort reserré de la Compagnie des tramways.

ÉTRANGER

Anvers. — *Traction électrique.* — La traction électrique sur les tramways d'Anvers ayant été reconnue indispensable et les accumulateurs, les prises de courant par plots et les caniveaux jouissant d'une faveur restreinte que justifient leurs inconvénients, il en résulte qu'envers et contre tous l'établissement du fil aérien s'impose à Anvers.

Il est aujourd'hui universellement reconnu de tous les techniciens que le système de traction électrique le plus simple, celui donnant les garanties les plus complètes de bon fonctionnement, est le système par prise de courant au moyen d'un trolley sur un fil aérien

On a maintenant le moyen de rendre le fil aérien aussi peu encombrant que possible dans les rues où il est tendu; il n'est plus nécessaire, ainsi que cela se faisait encore il y a peu d'années, de le soutenir par tout un réseau de fils transversaux; on l'accroche, en effet, à de belles consoles supportées par des colonnes d'un type élégant, comme celles qui viennent d'être établies sur les avenues de la ville d'Anvers.

En employant ces artistiques supports pour le fil aérien, rien n'est plus facile que de conserver aux rues parcourues leur cachet artistique d'élégance et de beauté, ainsi que cela s'est fait à Berlin, Madrid, Milan, Munich, Barcelone, Glascow, Dusseldorf, Hambourg, Rome, Naples, etc.

On a objecté contre l'établissement du fil aérien dans les rues de la ville d'Anvers, la marche des cortèges; mais ceux-ci pourront aussi facilement circuler qu'avant. En effet, une petite équipe d'hommes peut, en moins d'une heure, supprimer les fils aux croisements de toutes les rues à parcourir par les cortèges. Le cahier des charges qui régit la concession du réseau de tramways dans l'agglomération anversoise a d'ailleurs prévu la sortie de ces cortèges dans le second paragraphe de l'article 17, libellé comme suit :

« Le trolley sera disposé de façon à pouvoir être enlevé dans les 24 heures dans certaines parties de rues devant être traversées par les cortèges. Le cas échéant, le concessionnaire n'aura droit à aucune indemnité pour l'interruption du service qui en résultera. »

D'ailleurs, en matière de service public, faut-il sacrifier l'utile à l'agréable? Faut-il, sous prétexte d'esthétique, enlever les réverbères, les réseaux de fil du téléphone et leurs supports qui encombrent?

Dans les villes où règne absolument le souci artistique, comme à Munich, à Milan, après des études minutieuses, on a adopté le fil aérien, qui est la solution pratique exempte des aléas qu'offrent les autres systèmes de traction, dont aucun, il faut l'avouer, n'a fait jusqu'ici ses preuves. On a établi le fil aérien devant le Dôme de Milan, et personne ne s'en est plaint.



L'ALLUMAGE ÉLECTRIQUE

DES

MOTEURS DE VOITURES AUTOMOBILES

L'allumage du mélange gazeux destiné à la propulsion du piston des moteurs à pétrole employés sur les automobiles est produit tantôt par le contact avec une surface portée au rouge blanc par un brûleur intensif, tantôt par une étincelle électrique.

Chacun de ces systèmes d'allumage a des avantages et des inconvénients qui lui sont propres.

L'allumage à incandescence a été dès le début très employé parce qu'il supprime des difficultés pratiques inhérentes, non pas à l'allumage électrique proprement dit, mais bien à la façon dont cet allumage était obtenu jusqu'à présent.

L'avantage de l'allumage électrique sur l'allumage à incandescence est de ne pas exiger une compression constante et de pouvoir faire varier la vitesse du moteur en changeant facilement le moment de l'allumage indispensable à un bon fonctionnement. Du premier de ces avantages il s'ensuit que le moteur continue à fonctionner malgré une fuite aux clapets ou aux segments du piston, fuite qui, diminuant la compression, l'arrêterait net dans le cas d'allumage par incandescence; du second il découle que, n'utilisant plus la compression pour obtenir l'allumage au point voulu, on peut régler l'allure du moteur en diminuant plus ou moins l'admission du mélange détonant au moyen d'un simple robinet, l'avance à l'allumage se réglant à la main ou au moyen d'un régulateur quelconque. C'est là un avantage sérieux, puisque pour obtenir le rendement maximum, l'avance à l'allumage peut avoir à varier dans des proportions considérables qui sont déterminées par l'allure même de la machine.

Chacun sait que l'étincelle électrique d'allumage s'obtient généralement en utilisant une bobine de Ruhmkorff excitée par le courant d'une pile ou de plusieurs accumulateurs; un interrupteur actionné par le moteur coupe le courant inducteur au moment opportun, et provoque l'étincelle.

Ces organes si simples à manier pour un électricien sont généralement une source de déboires pour les néophytes de l'automobilisme. Nombre de pannes, presque toutes dirons-nous, sont dues à l'insuffisance de l'allumage électrique. Sans vouloir examiner ici leurs différentes causes, nous n'en retiendrons qu'une, la plus grave, l'épuisement de la source d'énergie électrique.

Que l'on emploie des piles ou des accumulateurs, l'accident est aussi difficile à prévoir. En effet, les piles utilisées sur les automobiles sont généralement des éléments « secs » ou soi-disant tels, car on ne doit pas oublier qu'une pile cesse de fonctionner dès qu'elle ne contient plus de liquide; ces éléments neufs ont une capacité déterminée, malheureusement ils s'usent à circuit ouvert, surtout après quelque temps de fonctionnement. Afin de se rendre compte de la cause de cette usure certains expérimentateurs ont découpé à la scie un élément sec ayant déjà fonctionné en tranches de 1 à 2 cm environ d'épaisseur. En mesurant la force électromotrice entre le zinc et le charbon de ces diverses tranches avec un voltmètre présentant une très grande résistance, on a trouvé une série de valeurs comprises entre 0,5 volt et 1,5 volt provenant de ce que certaines régions de la pile ont travaillé plus que d'autres.

Il est dès lors facile de voir que si on remonte un tel élément, les diverses tranches se comporteront comme une série d'éléments de piles en quantité ayant des forces électromotrices variables, il en résultera des courants de circulation qui activeront l'usure de l'élément et que rien ne pourra déceler au dehors.

Restent les accumulateurs; ces appareils, dont il est peut-être plus facile de connaître l'état de charge grâce à l'emploi du voltmètre, ne sont pas exempts d'inconvénients; en particulier les cahots et les chocs leur sont très peu favorables et facilitent la chute de la matière active. un court-circuit se produit alors et arrête l'allumage. On pallie généralement cet inconvénient en employant une batterie de rechange, mais depuis quelque temps les constructeurs ont songé à faire mieux en utilisant des générateurs mécaniques d'énergie électrique; c'est sur ce point nouveau que nous désirons attirer l'attention de nos lecteurs.

Tout d'abord un grand nombre de constructeurs ont supprimé à la fois les piles et la bobine, et n'ont employé qu'une simple magnéto mue par le moteur lui-même et dont on utilise l'étincelle de rupture.

La magnéto est du type Siemens à induit en double T, elle peut être animée soit d'un mouvement alternatif de 90° d'amplitude, soit d'un mouvement continu. Les deux extrémités de l'enroulement sont reliées par des bagues et des fils à deux points d'interruption ménagés dans le cylindre. Une tige mobile actionnée par le moteur réunit en temps normal ces deux points, elle ne les écarte qu'au moment où doit se produire l'allumage. On choisit, pour réaliser cette rupture dans les conditions les plus favorables à l'allumage, l'instant où le courant est maximum dans le circuit induit, ce qui fournit l'étincelle la plus nourrie, la plus chaude.

L'avance à l'allumage s'obtient très simplement en décalant légèrement le système inducteur en même temps que la came de commande de la tige de rupture du circuit. Ce système, séduisant par sa simplicité, a aussi ses inconvénients. Le principal réside en ce qu'il est très difficile de rendre absolument étanche le joint de la tige mobile provoquant l'étincelle de rupture dans la chambre de compression; ensuite on se rappellera que l'étincelle électrique exige pour se produire une tension d'autant plus grande qu'elle éclate dans un milieu soumis à une pression plus élevée. L'étincelle de rupture étant

plutôt un arc, l'allumage n'aura donc lieu que si la compression n'est pas trop élevée.

En vue d'augmenter la tension de l'étincelle de ces allumages magnéto-électriques, un constructeur exposait au dernier Salon du cycle un appareil appelé « Le croissant » sans doute à cause de sa forme, comportant à la fois une magnéto et un transformateur.

Cet appareil ne peut être mieux assimilé qu'à une bobine de Ruhmkorff tournant dans un champ magnétique fourni par un système d'aimants en forme de croissants.

Le gros fil est fermé sur lui-même; les extrémités du secondaire aboutissent d'une part à la masse et d'autre part à une bague convenablement isolée pour la haute tension, et de là par un balai à la bougie d'inflammation. Un carter hermétique enveloppe le tout et protège l'appareil des chocs et de la poussière.

En faisant tourner la bobine dans le champ, un courant intense prend naissance dans le gros fil. Lorsque la variation de flux est maxima, à cet instant précis, une came interrompt le courant primaire tout comme dans les allumages par pile, la force électromotrice est décuplée et un courant à haute tension apparaît dans le secondaire, une étincelle comparable à une étincelle de bobine se produit et enflamme le mélange tonnant.

La suspension de l'aimant permanent formant l'inducteur de cette magnéto permet d'obtenir l'avance à l'allumage par la manœuvre d'un levier, tout comme avec les allumages ordinaires.

La vitesse angulaire qu'il faut donner à cet appareil pour avoir une étincelle convenable n'est pas aussi élevée qu'on pourrait le penser, il suffit en effet de faire tourner l'axe à la main pour obtenir sur une bougie une succession d'étincelles suffisamment chaudes; de plus, la longueur de cette étincelle ne paraît pas augmenter beaucoup avec la vitesse, les isolants du circuit à haute tension n'auront donc rien à craindre en cas d'emballement.

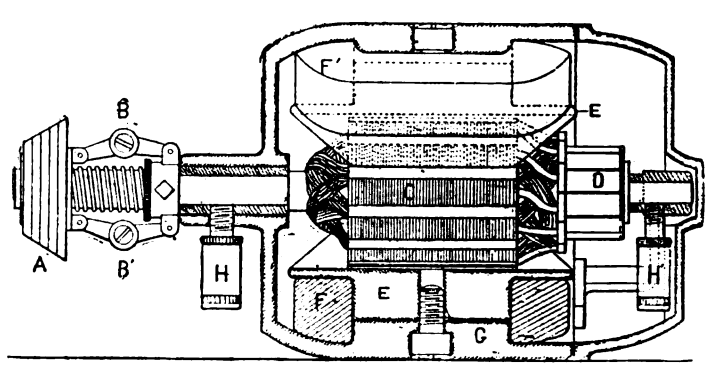
Signalons en terminant les petites dynamos ou magnétos actionnées par le moteur à pétrole et pouvant servir à alimenter en courant continu le circuit d'allumage ordinaire de la bobine à la place des accumulateurs, ou même recharger en même temps la petite batterie.

Ces petites machines, système Dayton, dont étaient pourvues quelques voitures de la dernière épreuve Paris-Vienne, peuvent même assurer le premier allumage du moteur lorsqu'on le met en route à la main. Tandis qu'une dynamo ordinaire de très petite dimension aurait de la peine à s'amorcer à une faible vitesse angulaire, les machines Dayton fournissent immédiatement du courant, grâce à l'emploi d'inducteurs en acier légèrement trempé conservant par suite une trace très notable d'aimantation.

La machine fonctionne donc au début en magnéto, puis peu à peu le courant induit vient renforcer l'excitation et en marche normale on peut obtenir à la vitesse angulaire de 1200 tours par minute, environ 8 volts et 6 ampères.

Comme la vitesse angulaire du moteur à pétrole est très variable, il y aurait un certain inconvénient à avoir une vitesse supérieure à 1400 tours par minute sur l'arbre de la dynamo.

Pour éviter tout accident, les constructeurs commandent la dynamo par un cône de friction A monté sur l'arbre à l'extrémité d'un régulateur de Watt à force centrifuge BB'. Quand la vitesse angulaire du moteur augmente et tend à entraîner la dynamo à plus de 1400 tours par minute, le régulateur automatique débraye le cône qui



Coupe de la dynamo d'allumage. Système Dayton.

cesse de frotter sur le volant du moteur, il revient au contact quand la marche de l'induit est suffisamment ralentie.

L'enroulement inducteur est fait sur gabarit, il est isolé avec beaucoup de soin; l'induit C est un tambour denté tournant entre les pièces polaires alésées avec précision de façon à réduire le plus possible l'entrefer si nuisible pour ces petites machines. Les coussinets sont en anti-friction et le graissage automatique est assuré pour une longue durée. Une carcasse en acier enveloppe le tout et ne laisse que le passage de l'arbre et des deux fils amenant le courant aux appareils d'utilisation. La visite est rendue facile par un démontage à charnière. Les balais sont en charbon, ils sont maintenus constamment pressés sur le collecteur par des ressorts.

Le poids de cette machine est de 10 kg, ses constantes sont :

Vitesse angulaire en tours : m.	Différence de potentiel en volts.	Intensité en ampères.
600	3	1
1200	8	6
1400	10	8

Sans vouloir engager l'avenir, nous pouvons dire que l'allumage électrique est un des puissants auxiliaires du développement de l'automobilisme; c'est lui qui donne au moteur à pétrole son élasticité. On lui a reproché son inconstance, nous avons dit que c'était plutôt au manque d'expérience des opérateurs ou à la défaillance des générateurs qu'il fallait s'en prendre. Au contraire les générateurs mécaniques d'énergie électrique construits sur des bases plus scientifiques sont appelés, dans un avenir prochain, à faire à l'allumage par piles et bobine, une concurrence aussi sérieuse que justifiée. A. SOULIER.

SUR LES SPÉCIFICATIONS NORMALES

DES

INTERRUPTEURS A COURANT CONTINU

L'adoption générale de tensions de plus en plus élevées dans les distributions d'énergie électrique à courant continu donne une importance chaque jour grandissante à la question de la spécification exacte des interrupteurs.

Chaque constructeur indique des intensités et des tensions très différentes pour des appareils présentant pratiquement les mêmes dimensions. D'autre part, les prescriptions établies par les sociétés techniques, les administrations ou les compagnies d'assurances imposent des règles qui rendent plus difficile encore l'établissement de spécifications uniformes.

Pour contribuer à obtenir cette uniformité si désirable, MM. *Alexandre Russell* et *Clifford Paterson* ont entrepris une série d'expériences dont les résultats présentent le plus grand intérêt pratique, et qu'il nous semble intéressant de résumer, d'après un mémoire récemment présenté par les auteurs à l'*Institution of Electrical Engineers*, de Londres.

Lorsqu'on interrompt un courant continu, une étincelle prend naissance au point d'interruption, et si l'on maintient la tension constante, en augmentant l'intensité du courant, l'étincelle devient de plus en plus longue, jusqu'au moment où, pour une certaine valeur de ce courant, elle occupe tout l'espace d'air entre les points d'interruption. Si l'on augmente encore le courant, l'étincelle semble durer un temps plus long, et commence à brûler les surfaces entre lesquelles elle a pris naissance. On atteint finalement un point pour lequel il se forme un arc permanent, et le circuit ne peut plus être rompu. Il semble donc important de déterminer l'écartement des deux parties de l'interrupteur, de telle façon que l'étincelle ne permette pas la formation d'un arc permanent, et il convient de déterminer également le facteur de sûreté caractéristique de chaque interrupteur.

Pour résoudre ce problème, les auteurs ont fait, à l'aide d'un appareil spécial, de dispositions très simples d'ailleurs, une série d'expériences en vue de déterminer comment varie l'étincelle :

1° Avec le courant à tension constante;

2° Avec la tension à courant constant;

3° Avec la forme des pièces où se produit l'interruption;

4° Avec la vitesse de l'interruption;

5° Avec le nombre d'interruptions dans le circuit.

1° *Variation du courant à tension constante.* — La figure 1 montre la longueur de l'étincelle en fonction du courant pour des tensions respectivement égales à 51, 73, 100, 130, 204 et 308 volts. Ces courbes montrent qu'un accroissement donné du courant produit un accroissement relatif déterminé dans la longueur de l'étincelle, quelle que soit la tension. Cet accroissement relatif diminue lorsque le courant augmente, comme le montre

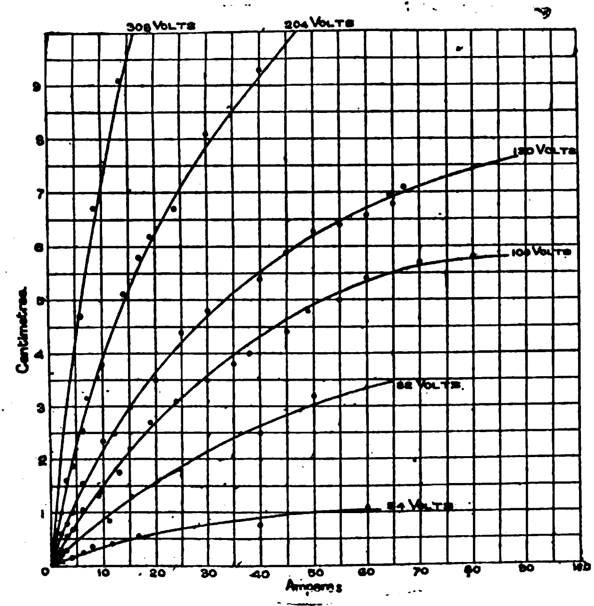


Fig. 1. — Longueur de l'étincelle à tension constante. (Interrupteur simple.)

le tableau suivant, tableau approximatif et qui n'a pas d'autre objet que de fournir des règles pratiques.

Limite du courant en ampères.	Accroissement relatif de la longueur de l'étincelle pour un accroissement de 50 p. 100 de courant en pour 100.
0 à 5	50
5 à 10	40
10 à 30	30
30 à 60	25

Ce tableau montre que, pour de faibles courants, l'accroissement de la longueur de l'étincelle est proportionnel à l'accroissement du courant, mais que pour des courants intenses, la longueur de l'étincelle augmente plus lentement que le courant.

2° *Variation de la tension à courant constant.* — Les résultats obtenus sont représentés figures 2 et 3. La figure 2 se rapporte à une interruption simple, la figure 3 à une interruption double. On voit sur ces figures qu'au-dessus de 80 volts pour une interruption simple, et au-dessus de 160 volts pour une interruption double, les courbes sont pratiquement des lignes droites, dont l'équation est de la forme :

$$l = a(U - b)$$

l, étant la longueur de l'étincelle, en cm;

U, la tension, en volts;

a et b, deux constantes.

En désignant par l' la longueur de l'étincelle lorsque la tension augmente de 50 pour 100, le courant restant constant, on a :

$$l' = a(1,5\,U - b)$$

et l'accroissement relatif correspondant a pour valeur :

$$\frac{l'-l}{l} = 0{,}5 + \frac{b}{2(U-b)}.$$

Cette équation montre qu'en augmentant la tension de

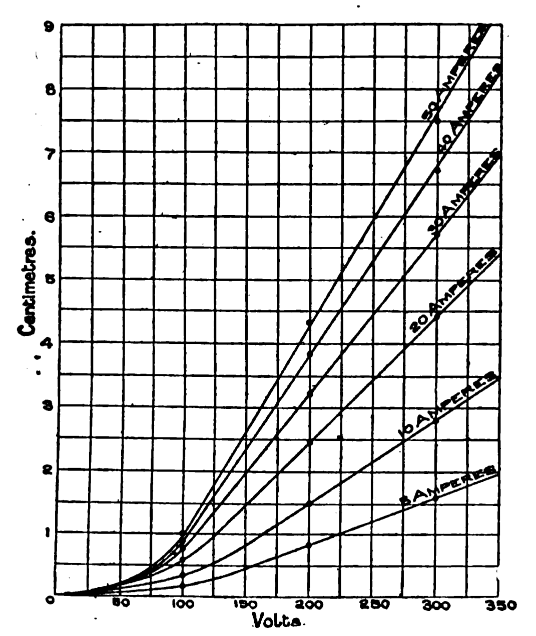


Fig. 2. — Longueur de l'étincelle à courant constant. (Interruption simple).

50 pour 100, on augmente la longueur de l'étincelle de plus de 50 pour 100.

Voici un tableau qui donne les valeurs des coefficients a et b en fonction de différents courants.

Courant en ampères.	Longueur de l'étincelle l en centimètres.
2	0,006 $(U-45)$
4	0,012 $(U-42)$
5	0,014 $(U-40)$
10	0,0234 $(U-35)$
20	0,034 $(U-20)$
30	0,041 $(U-13)$
40	0,048 $(U-11)$

3° *Forme des pièces d'interruption.* — Les expériences ont montré que, pour une tension et un courant donnés, la longueur de l'étincelle était pratiquement indépendante de la forme des pièces d'interruption. Le plus grand écart a été de 10 pour 100 avec des contacts très pointus. Lorsque le contact glissant interrompait le courant entre les deux bords parallèles de l'interrupteur, l'étincelle se formait tantôt à un bout, tantôt à l'autre bout de l'interrupteur.

4° *Vitesse d'interruption.* — Aux vitesses ordinaires des interrupteurs actuellement employés en pratique, la longueur de l'étincelle est pratiquement indépendante de cette vitesse. Si cependant la rupture se produit à une trop faible vitesse, la forme de l'étincelle change, elle devient plus large et plus courte.

Comme la détérioration de l'interrupteur est fonction de la durée de l'étincelle, il est important que la distance de rupture de cette étincelle soit atteinte dans le temps le plus court possible.

5° *Interruptions multiples.* — La plupart des interrupteurs actuels comportant une double rupture, il est intéressant de voir ce qui se passe lorsque deux ou un plus grand nombre d'interruptions se produisent simultanément dans le circuit. On admet généralement qu'en

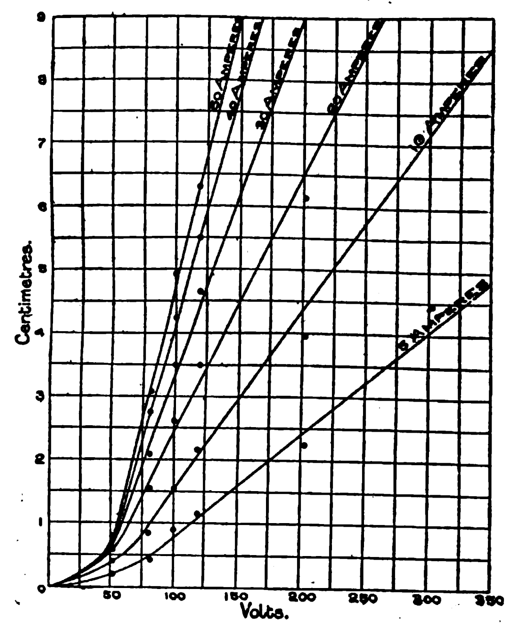


Fig. 3. — Longueur de l'étincelle à courant constant. (Interruption double.)

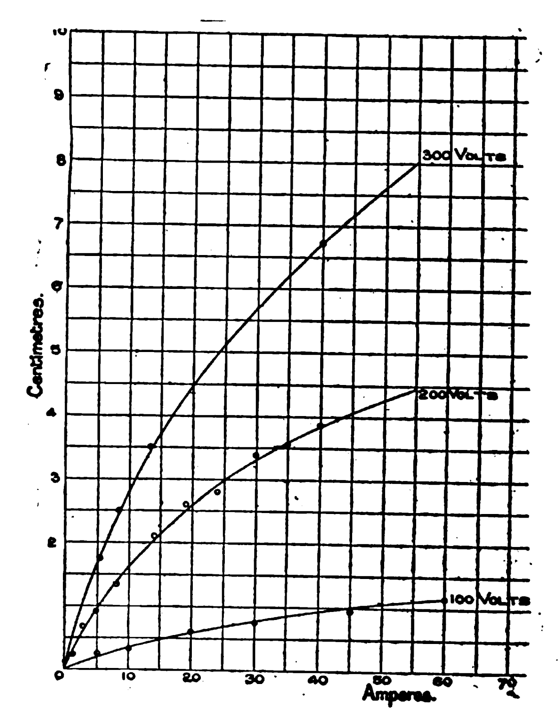


Fig. 4. — Longueur de l'étincelle à tension constante. (Interruption double.)

doublant le nombre des interruptions, on réduit de moitié la longueur de l'étincelle, mais cela n'est pas exact. Ainsi, par exemple, dans un circuit à 100 volts, la double interruption réduit au quart la longueur de chaque étincelle, tandis que dans un circuit à 200 volts, la réduction de longueur n'est plus que de 2,7.

La figure 4 montre comment varie la longueur de l'étincelle pour des tensions respectivement égales à 100, 200 et 300 volts, lorsque le circuit est simultanément interrompu en deux points. En comparant avec la figure 1, on verra que l'effet du doublement des points d'interruption correspond à une réduction de moitié dans la tension. Pour un courant d'intensité donnée, les longueurs d'étincelle pour une double interruption à 300, 200 et 100 volts, seront respectivement les mêmes que les longueurs pour une interruption simple à 150, 100 et 50 volts. Les courbes de la figure 1 donnent donc les longueurs d'étincelle d'interruption jusqu'à 600 volts.

Des résultats des expériences ci-dessus, les auteurs ont déduit les courbes représentées figures 5 et 6, qui donnent, pour un interrupteur simple (fig. 5) ou double (fig. 6), les valeurs correspondantes du courant et de la tension fournissant une étincelle d'une longueur déterminée, en centimètres. Le rapprochement caractéristique de ces courbes pour les hautes tensions mérite d'être

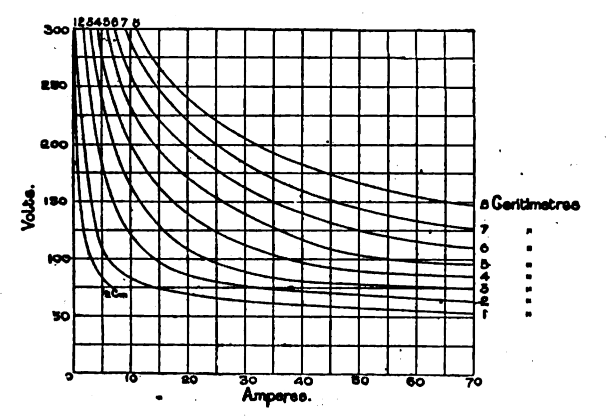


Fig. 5. — Courant et tension produisant une étincelle de longueur donnée. (Interruption simple.)

signalé. Toutes ces courbes peuvent être représentées par une fonction de la forme :

$$U^2 I = \text{constante},$$

dans laquelle U représente la tension et I le courant.

Arc permanent. — On n'a pas insisté jusqu'ici sur la distance minima à laquelle un arc permanent peut se maintenir entre deux pièces métalliques portées à des potentiels différents. Cette distance joue cependant un rôle important, car elle fixe l'écartement minimum des pièces de l'interrupteur, et le point pour lequel le facteur de sécurité est égal à l'unité. Les résultats des expériences des auteurs, expériences faites entre des pièces en cuivre, sont résumées dans le tableau suivant :

TENSION EN VOLTS.	COURANT EN AMPÈRES.	RUPTURE SIMPLE.		RUPTURE DOUBLE.	
		LONGUEUR MAXIMA DE L'ARC PERMANENT EN CM.	LONGUEUR DE L'ÉTINCELLE EN CM.	LONGUEUR MAXIMA DE L'ARC PERMANENT EN CM.	LONGUEUR DE L'ÉTINCELLE EN CM.
100	5	0,1	0,8	»	»
—	15	0,5	2,2	0,06	0,48
—	22	0,8	2,9	0,07	0,6
200	5	1	2,2	0,4	0,8
—	11	1,2	4,2	0,7	1,65
—	18	1,5	5,9	0,8	2,5
300	3,5	1,2	3,4	0,7	1,2
—	6	1,4	5,1	1,0	1,9
—	11	1,5	8,0	1,2	3,0
—	21	2,2	11,3	1,4	4,5

Ces chiffres montrent que si les interrupteurs étaient établis avec un écartement égal à la longueur de l'étincelle du courant normal qu'ils doivent rompre à tension normale, leur facteur de sécurité varierait entre un peu moins de 2 pour les petits interrupteurs, et 3 à 4 pour les gros.

Par *facteur de sécurité*, il faut entendre le rapport de l'écartement des contacts à la longueur maxima pour laquelle un arc permanent existerait à la tension et à l'intensité normales de l'interrupteur.

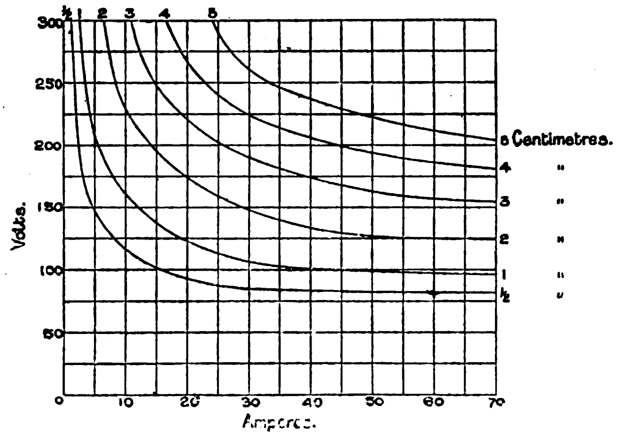


Fig. 6. — Courant et tension produisant une étincelle de longueur donnée. (Interruption double.)

En disant que le facteur de sécurité d'un interrupteur est égal à 2, cela ne veut pas dire qu'il peut rompre un courant double du courant normal, mais que son écartement est double de celui pour lequel un arc permanent se maintiendrait.

Supposons, par exemple, que l'écartement de chacune des pièces d'un interrupteur double soit de 0,8 cm. Pour un courant de 5 ampères à 200 volts, le facteur de sécurité de cet interrupteur sera égal à 2, mais il pourra cependant rompre un courant de 15 ampères à 200 volts, bien que les contacts se trouvent probablement endommagés par cette opération.

Les données expérimentales exposées ci-dessus permettent de discuter la question du facteur de sécurité, et

de fixer quelle est sa valeur pour quelques réglementations actuellement en faveur.

L'*Institution of Electrical Engineers* prescrit l'essai d'un interrupteur avec un courant et une tension supérieurs de 50 pour 100 aux valeurs normales de l'interrupteur, mais sans spécifier les conditions qu'il doit remplir pendant l'essai.

On peut donc interpréter la règle de deux façons :

a. Si l'on admet que l'interrupteur ne doit pas former d'arc, un interrupteur de 5 ampères, 200 volts, sera à la limite pour 7,5 ampères et 300 volts. L'écartement, pour un interrupteur double, devra être de 1,1 cm. La distance maxima à laquelle un arc de 5 ampères, 200 volts peut être maintenu est de 0,4 cm, ce qui correspond à un facteur de sécurité de 2,8. Si l'on considère, d'autre part, un interrupteur pour 11 ampères, 200 volts, on trouvera que le facteur de sécurité n'est plus que de 1,9, et l'on a vu qu'il est préférable d'augmenter, au lieu de réduire, le facteur de sécurité pour les courants intenses.

b. Si l'on admet que l'étincelle ne doit pas jaillir pour une tension et un courant dépassant de 50 pour 100 les valeurs normales, on est conduit à des dimensions exagérées et à un facteur de sécurité inutilement grand, et cette interprétation ne paraît pas non plus satisfaisante.

D'autres règles édictées par la *National Board of Fire underwriters of America* et la *Glasgow Corporation* conduisent également à des facteurs de sécurité très variables avec les tensions et les courants.

La question des étincelles dans les courants alternatifs est beaucoup plus complexe, car leur longueur dépend de la phase du courant, mais même si la rupture se produit au moment où le courant est maximum, l'étincelle ne cause que de faibles perturbations, et l'écartement n'a pas besoin d'être aussi grand qu'avec le courant continu.

La rupture des circuits inductifs exige une étude spéciale et des dispositifs spéciaux pour absorber l'énergie fournie par l'extra-courant de rupture.

Contacts en métaux et alliages autres que le cuivre. — La question demande un grand nombre d'expériences pour être complètement élucidée.

En employant de l'acier au lieu de cuivre, la longueur de l'étincelle de rupture est nettement réduite, surtout avec des courants intenses. C'est le zinc qui donne les plus petites étincelles observées jusqu'ici. Les auteurs n'ont trouvé aucun métal ou alliage réduisant la longueur de l'étincelle de 50 pour 100, et aucun d'eux ne mérite le qualificatif de *non sparking* (sans étincelle).

Conclusions. — (1) Les spécifications d'un interrupteur doivent être basées sur la rupture du circuit.

(2) La forme des contacts n'a pas d'influence bien marquée sur la longueur de l'étincelle.

(3) L'effet d'une rupture plus rapide que celle obtenue dans les appareils courants est faible.

(4) L'effet d'une interruption double est de donner la même longueur d'étincelle à chaque contact pour le même courant, mais avec une tension deux fois plus petite.

(5) La différence de longueur de l'étincelle est petite, que l'on emploie du cuivre, de l'acier ou du zinc aux points de rupture.

(6) Le facteur de sécurité des interrupteurs doubles employés sur 200 volts et au-dessus est égal à 2 lorsque l'étincelle est sur le point de franchir la distance des contacts.

(7) Les interrupteurs doubles pour courants intenses établis dans les mêmes conditions ont un facteur de sécurité plus grand que 2.

(8) La règle de l'*Institution of Electrical Engineers*, interprétée comme on le fait généralement, correspond à un facteur de sécurité égal à 3 pour les petits interrupteurs et à un facteur plus faible pour les gros appareils.

(9) Les règles de la *Glasgow Corporation* donnent un facteur de sécurité égal à 2. Elles fixent exactement les dimensions à donner aux écartements des pièces de rupture d'un interrupteur, et sont d'une grande utilité pour le constructeur.

(10) Les figures 1 et 4 permettent de spécifier les facteurs d'un interrupteur à contacts en cuivre, par une simple mesure de l'écartement des contacts. Supposons, par exemple, que chaque rupture se forme sur 1 cm de distance. On voit sur la figure 4 qu'un interrupteur double donne une étincelle de rupture de 0,95 cm pour 6 ampères et 200 volts, et sur la figure 1 que cette longueur correspond à une étincelle de 6 ampères et 100 volts pour une rupture simple. L'interrupteur pourra donc être spécifié comme 6 ampères 200 volts, pourvu qu'il satisfasse aux autres exigences des règlements. Il aurait, dans ces conditions, un facteur de sécurité égal à 2.

Pour un interrupteur de 12,5 mm d'écartement spécifié par le courant qui fournit une étincelle capable de franchir cet écartement à la rupture du circuit, on aurait les relations suivantes :

à 100 volts, il faudrait un courant supérieur à . .		100	amp.
165	— . .	16	—
200	— . .	8	—
260	— . .	5	—
300	— . .	4	—
400	— . .	2,5	—
600	— . .	1	—

Les auteurs font observer en terminant que plusieurs des phénomènes exposés exigeraient des expériences plus nombreuses pour être entièrement élucidés : ils ne publient leurs premières recherches qu'en vue d'indiquer la voie à suivre et d'inciter à de nouvelles expériences.

A. Z.

Téléphones de l'Industrie électrique :

Rédaction : Nos **812-89.**

Administration : Nos **704-44.**



SUR L'ASSOCIATION

DES SURVOLTEURS ET DES ACCUMULATEURS

DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Nombreux sont les emplois des accumulateurs, malgré leurs imperfections relatives et l'entretien onéreux auquel ils obligent : aussi pensons-nous que beaucoup de nos lecteurs liront avec intérêt l'étude qui en a été faite par par M. Lamar Lyndon, dans les six numéros de l'*Electrical World and Engineer*, ayant paru du 8 juin au 13 juillet 1901. Cette étude vise la plupart des emplois des batteries d'accumulateurs associées à des *survolteurs*.

L'auteur laisse intentionnellement de côté les appareils pouvant jouer le même rôle que les survolteurs, d'une manière plus ou moins simple, dans certaines installations spéciales, notamment dans les sous-stations transformant le courant alternatif en courant continu, et comportant l'utilisation de ce dernier avec le concours d'accumulateurs tampons.

Nous nous limiterons aujourd'hui aux seuls cas d'emploi d'accumulateurs examinés par M. Lamar Lyndon, et nous serons beaucoup plus succincts dans l'exposé des diverses considérations et des calculs qui nous entraineraient à de trop longs développements.

Nous examinerons successivement les catégories suivantes de survolteurs :

Le *survolteur shunt*, dont l'induit est mis en série sur le circuit reliant la batterie à la ligne, tandis que ses inducteurs sont excités sous la tension de celle-ci.

Ce survolteur est employé surtout dans les installations où la batterie n'a pas à subir de fluctuations de charge, mais à prendre seulement sa part de la *charge maxima de l'usine*, se chargeant pendant la période de service réduit, et se déchargeant au moment du service intense.

Le *survolteur série* a non seulement son induit, mais encore ses inducteurs en série avec la batterie, sous la tension de la ligne. Il offre peu de ressources au point de vue des charges et décharges à donner à la batterie, et son principal objet est de reporter sur la batterie une grande partie des fluctuations de charge qu'on désire épargner à l'usine.

Les *survolteurs compoundés* servent surtout à remédier aux pertes de tension excessives dans les longs feeders des réseaux alimentant des charges variables, telles que moteurs industriels, moteurs de voitures, etc.

On verra que les *survolteurs différentiels* se prêtent assez bien à l'alimentation de charges mixtes, composées de moteurs et de lampes.

Mieux encore que tous les autres, le *survolteur à intensité constante* convient admirablement au cas où les moteurs et les lampes sont alimentés par un même réseau, pourvu que les pertes de charge ne dépassent pas une limite peu considérable.

I. Examinons d'abord les conditions de fonctionnement d'une batterie sans survolteur, placée en simple dérivation sur une ligne. Son fonctionnement repose, dans ce cas, sur les variations de la tension du réseau par rapport à celles de la batterie. Si l'usine est distante de la batterie, ces variations sont dues aux pertes de charge résultant du passage dans les lignes de courants consommés à plus ou moins grande distance de la batterie et de l'usine, soit ΣRI.

Si l'usine est près de la batterie, la tension doit tomber aux bornes de celle-ci, ce qui n'est possible qu'au cas où les machines génératrices sont excitées en dérivation, et donnent lieu à une chute de tension appréciable entre la marche à vide et la marche en charge, soit : hI.

Admettons le cas plus général d'une charge C située à distance l_c de l'usine, et soit une batterie à distance l_b de l'usine ; soient :

E_u, la force électromotrice des dynamos à l'usine ;
E_b, la force électromotrice de la batterie ;
I_u, l'intensité du courant fourni par l'usine ;
I_c, l'intensité absorbée par la charge ;
r, la résistance de la batterie ;
r_b, la résistance entre la batterie et l'usine ;
r_c, la résistance entre la charge et l'usine.

Pour une certaine valeur γ de la charge C ainsi placée sur le trajet de la ligne entre la batterie et l'usine, la tension maintenue par l'usine aux bornes de la batterie est égale à la force contre-électromotrice de celle-ci et il n'y a ni charge ni décharge.

Pour $C < \gamma$, la batterie se charge, et pour $C > \gamma$, la batterie fournit une partie de la charge demandée au réseau.

La valeur $C = 0$ correspond à une certaine charge de la batterie, variable suivant l'état dans lequel elle se trouve à ce moment. Si I_0 est le courant moyen de charge de la batterie, quand la charge C sur le réseau est nulle, on a entre les forces électromotrices, résistances et courants, la relation :

$$E_u - E_b = I_0 (r_b + r) \qquad (1)$$

Pour une certaine charge I_c, on a la relation générale

$$E_u - E_b = I_u r_c + (I_u - I_c)(r_b - r_c + r) \quad (2)$$

également facile à établir.

On en déduit :

$$I_u = \frac{E_u - E_b + I_c(r_b - r_c + r)}{r_b + r}. \qquad (3)$$

E_u ou tension à l'usine peut varier, suivant la nature des dynamos génératrices, depuis E_{uc} sensiblement constant et correspondant aux dynamos compoundées, jusqu'à E_{us}, variable linéairement avec le débit, dans la dynamo shunt

$$E_{us} = E_{uc} - hI_u. \qquad (4)$$

La substitution de cette valeur dans l'équation 3 donne,



pour les génératrices shunt, l'expression générale suivante du courant fourni par la batterie :

$$I_u = \frac{E_u - E_b + I_c(r_b - r_c + r)}{r_b + r + h}. \qquad (5)$$

On voit donc que l'intensité de courant emprunté aux machines varie moins dans ce cas que dans le cas d'une dynamo compound; mais, en revanche, les variations de tension du réseau, sous l'effet des variations de charge, sont plus considérables.

L'auteur fait remarquer que le montage de la batterie en dérivation a non seulement l'avantage d'une plus grande sensibilité, mais aussi l'avantage d'une plus grande instantanéité d'action sur l'emploi de survolteurs : car les survolteurs entraînent un retard, dû au temps qu'ils mettent à changer leur aimantation.

II. Survolteurs shunt. — Le *survolteur shunt* a pour objet de fournir l'appoint de tension nécessaire à la charge de la batterie ou à sa décharge, dans des conditions quelconques de celle-ci. Ajoutant sa tension à celle de la génératrice pour la charge de la batterie, le *survolteur shunt* permet de pousser celle-ci aussi loin qu'on le juge nécessaire; on l'en sépare ensuite et on couple la batterie en parallèle avec l'usine, le seul mode de réglage de sa tension étant fourni alors par l'*emploi d'éléments de réduction*. Nous n'insisterons pas sur les défectuosités bien connues des éléments de réduction : nous ferons remarquer seulement l'usage tout spécial auquel répond la batterie ainsi employée : elle n'épargne aucune fluctuation à la génératrice, et permet seulement de régulariser sa charge en effectuant, quand on le veut, la charge et la décharge de la batterie, au prix, bien entendu, de certaines manœuvres de rhéostat.

La batterie peut être ensuite couplée, ou même entièrement substituée à l'usine, emploi localisé aux usines ayant une courbe de charge régulièrement et lentement variable, en effectuant, suivant ces variations, plusieurs combinaisons de batteries et de machines non automatiques.

On munit souvent le *survolteur shunt* d'inverseurs d'excitation, de manière à ce qu'il puisse prendre à volonté une force électromotrice qui favorise la décharge de la batterie.

III. Survolteurs série. — Le fonctionnement du *survolteur série* repose, comme celui de la batterie en dérivation sur le réseau (γI), sur la variation de la tension de celui-ci au droit de la batterie.

Si la tension du réseau est élevée, il charge la batterie comme il le faisait quand celle-ci était seule : mais le survolteur augmente encore la charge en ajoutant aux volts du réseau ceux qui sont produits dans son induit par l'excitation communiquée à ses électros par le courant de charge initiale.

La décharge inverse les conditions, en abaissant d'abord la tension du réseau au-dessous de la force électromotrice de la batterie, qui débite alors et inverse l'excitation du survolteur, de sorte que celui-ci ajoute ses volts à ceux de la batterie et aide à la décharge de celle-ci.

L'application et les calculs découlent immédiatement de ces considérations, sur lesquelles il n'y a pas lieu de s'étendre, en raison de l'usage relativement réduit du *survolteur série*.

IV. Survolteurs compound. — Ce survolteur a des caractères communs avec chacun des deux précédents : automatique et prompt à répartir la charge, comme le ferait un *survolteur série*, entre la batterie et l'usine, il est muni encore d'un enroulement shunt, qui permet de lui donner une charge ou décharge complète à volonté : son enroulement série le fait automatiquement participer aux variations de débit qui affectent la tension de l'usine.

Le principe de son fonctionnement est le suivant : en marche normale la force magnétomotrice d'excitation shunt produit une force électromotrice de même sens que celle de la batterie, et qui tend, par conséquent, à décharger cette batterie. Le courant de décharge traversant l'enroulement série produit une force électromotrice proportionnelle et de même sens que celle de l'enroulement shunt, ce qui accentue encore la décharge de la batterie. Si la charge extérieure qui a produit cet appel de courant retombe au-dessous de la normale, la tension aux bornes s'élève et dépasse les valeurs réunies des forces électromotrices de la batterie et du survolteur (enroulement shunt). Il y a donc un courant de charge dans la batterie, et ce courant traversant l'enroulement série dans le sens opposé, réduit la tension du survolteur et tend à charger plus activement la batterie.

L'auteur cherche à établir la puissance et les enroulements des survolteurs, dans un exemple particulier auquel nous ne nous arrêterons pas, après avoir établi, toutefois, quelques équations générales que nous signalerons :

Puisqu'en principe il faut aux survolteurs précédents les variations de tension de la génératrice sous l'effet des variations de charge, ils exigent donc que la génératrice soit une machine à tension tombant avec la charge.

On est souvent dans la nécessité d'adjoindre, à des installations comportant *des dynamos compoundées*, des batteries d'accumulateurs, devant jouer le rôle de tampons : on ne se trouve donc plus dans les conditions de fonctionnement du survolteur et des batteries : on pourrait y rentrer en supprimant l'enroulement série des dynamos, mais elles ne pourraient plus alors fournir leur force électromotrice normale à charge normale.

L'auteur indique une modification simple, qui permet d'associer la batterie à la dynamo compound, sans modification sensible de cette dernière (fig. 1).

G, est la génératrice;

f et *F*, ses enroulements d'excitation shunt et série;

E, une batterie d'accumulateurs à faible tension (composée en général d'un ou deux éléments); et *R*, une résistance variable en série avec l'excitation série.

La résistance *R* est mise en série avec l'excitation

série et leur circuit mis en parallèle avec la batterie. Quand la charge est normale sur la machine, la chute de tension dans $F + R$ est égale à la tension de la batterie. Si la charge augmente $(F + R) . I_x$ dépasse la force électromotrice de la batterie et le courant se répartit entre la batterie et le circuit $F + R$.

L'excitation de la génératrice est donc la somme d'une excitation constante et d'une excitation proportionnelle à

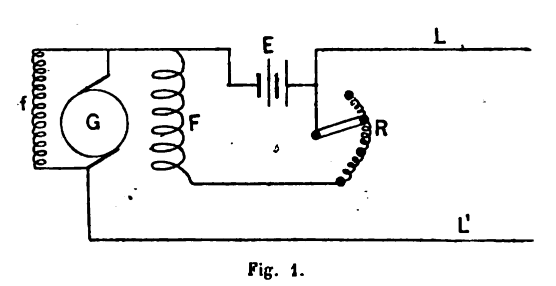


Fig. 1.

la charge. Donc sa caractéristique sera la même que celle d'une dynamo shunt.

L'auteur fait remarquer qu'on est souvent obligé, par la valeur élevée de l'intensité passant dans les survolteurs sous une faible tension, de les munir de deux collecteurs, placés de chaque côté de l'induit et reliés entre eux en parallèle. Il fait remarquer encore que le réglage de l'intensité empruntée à l'usine ne serait rigoureusement assuré par la batterie qu'autant que l'état de celle-ci ne change pas; le rhéostat et l'enroulement shunt du survolteur doivent être prévus pour compenser les changements d'état de la batterie.

L'auteur fait remarquer encore que l'action instantanée des surcharges se fait toujours sentir à l'usine, plus ou moins fortement suivant le retard d'aimantation de champ du survolteur.

Le *survolteur compound* n'est pas à cet égard aussi satisfaisant que certains survolteurs étudiés dans la suite : tout le courant de la génératrice traverse, en effet, son enroulement série qui, par self-induction, s'oppose beaucoup à ces variations instantanées.

V. Survolteurs différentiels. — Ces survolteurs ont fait l'objet de nombreuses applications et de nombreux brevets, dont quelques-uns présentent, d'après l'auteur, un intérêt spécial. Pour bien montrer le principe de ces appareils il rappelle la disposition bien connue représentée figure 2.

On voit que l'induit du survolteur est monté en série avec la batterie, leur circuit étant mis en dérivation sur la ligne, et le seul enroulement d'excitation du survolteur est un enroulement série traversé par la totalité de la charge.

A charge normale la force électromotrice de la batterie équilibre celle de la génératrice, de sorte que la batterie ne reçoit aucun courant de charge ni de décharge. Au delà de la charge normale, la force électromotrice du survolteur croît proportionnellement à la charge extérieure, et provoque la décharge proportionnelle de la batterie.

Il paraît que M. C. O. Mailloux a breveté, en même temps que la disposition représentée figure 2 la dispo-

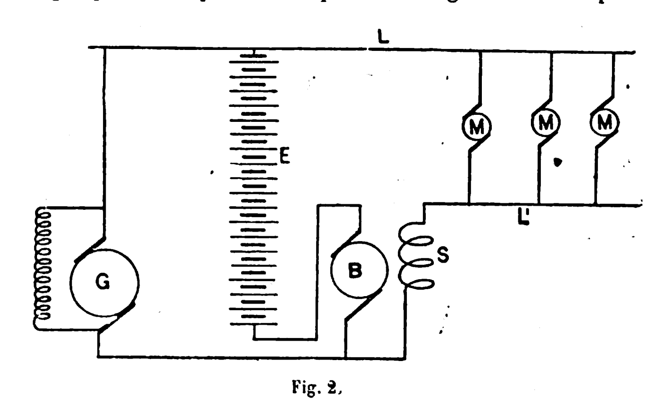


Fig. 2.

sition de *survolteur différentiel*, représentée figure 3. Elle diffère de la précédente par l'addition d'une bobine d'excitation shunt, qui s'oppose à l'excitation série, et, par conséquent, tend à produire une force électromo-

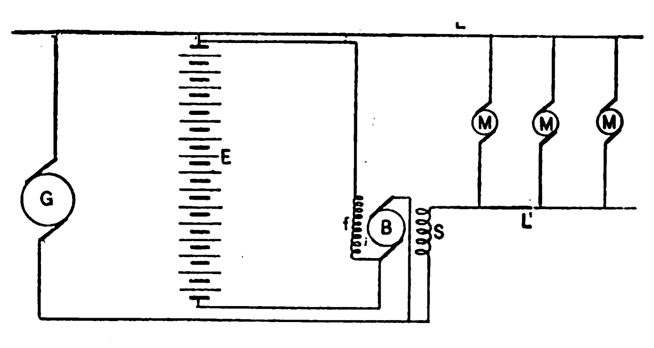


Fig. 3.

trice de même direction que celle de la génératrice, c'est-à-dire favorise la charge de la batterie.

A charge normale les deux excitations du survolteur se combinent pour équilibrer la tension de la dynamo et il n'y a aucun courant dans le survolteur. Sous l'effet d'une forte charge l'enroulement série prédomine et provoque la décharge de la batterie, tandis que le contraire a lieu à faible charge.

La figure 4 représente la disposition assez différente,

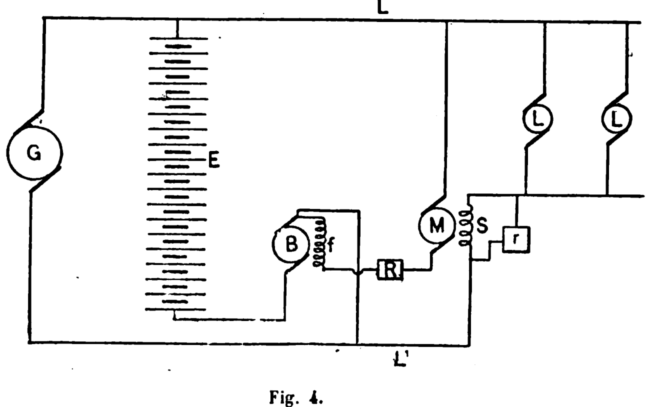


Fig. 4.

bien que tendant au même but, due à M. Hubbard, et brevetée par la *Gould Storage Battery Company*.

L'induit *B* du survolteur est encore relié en série avec la batterie et mis en dérivation sur le réseau.

M est l'induit d'une génératrice de *force contre-électromotrice opposée reliée en série avec l'excitation* f *du survolteur, les deux étant mis en dérivation sur les réseaux* L, L'. Un rhéostat *R* est inséré dans leur circuit.

S est l'excitation de cette génératrice auxiliaire et porte un courant proportionnel à la charge extérieure totale, leur rapport étant réglé au moyen d'une résistance *r* en parallèle avec *S*.

Le fonctionnement est le suivant :

La force électromotrice du survolteur s'oppose à celle de la génératrice. Celle de la génératrice auxiliaire s'oppose au passage du courant dans l'excitation *f* du survolteur. La tension de cette génératrice varie d'ailleurs proportionnellement à la charge extérieure et son action sur l'excitation shunt du survolteur fait varier la force électromotrice de celui-ci en raison inverse de la charge extérieure.

A charge normale la force électromotrice de la batterie augmentée de celle du survolteur équilibre celle de la génératrice; toute diminution de charge produit une augmentation de la force électromotrice du survolteur et par conséquent un courant de décharge, tandis que l'augmentation de la charge extérieure réduit la tension du survolteur et permet à la batterie de se décharger proportionnellement à l'excès de la charge jusqu'à une certaine limite, qui dépend de la saturation magnétique de l'excitation de *M*. Ce système a été étudié pour limiter la décharge de la batterie et pour permettre à la génératrice de prendre sa part du débit au cas où la charge dépasserait la capacité normale de l'ensemble génératrice et batterie (fig. 5).

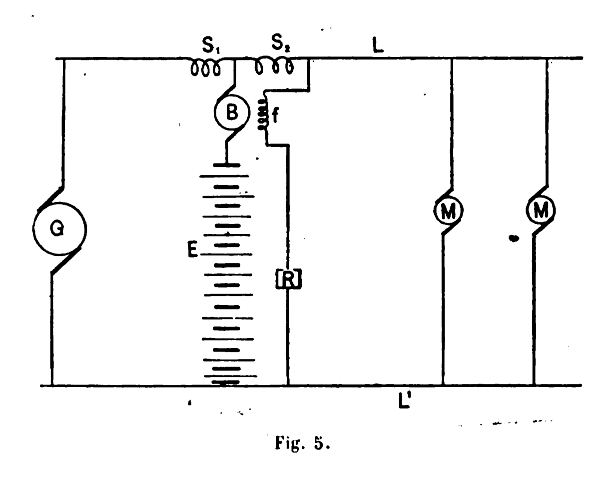


Fig. 5.

B est l'induit du survolteur,

f son excitation shunt directement reliée au réseau à travers un rhéostat *R*,

S^1 est en série avec la génératrice et porte tout le courant qu'elle fournit,

S^2 est en série avec le circuit extérieur et porte tout le courant qu'il reçoit, égal à tout moment à la somme algébrique du courant de la génératrice et de la batterie, le courant de décharge étant considéré comme négatif et celui de charge comme positif.

S^1 et S^2 agissent ensemble pour produire la force électromotrice opposée à celle de l'excitation shunt *f*. Comme l'objet de ce dispositif *est de maintenir la charge constante sur la génératrice, on peut considérer* S^1 *comme constant.* Le champ dû à $f - S^1$ est donc constant.

Si à charge normale $f - S^1 - S^2 = 0$, la force électromotrice du survolteur est nulle et il n'y aura ni charge, ni décharge de la batterie.

S^2 varie proportionnellement à la charge extérieure et toute augmentation ou diminution de cette dernière produira une force électromotrice agissant pour décharger ou charger la batterie.

La disposition représentée figure 5 est attribuée à Entz; elle est la plus répandue aux États-Unis et l'auteur lui applique les calculs et les considérations qui suivent et que nous indiquerons un peu plus longuement que les précédents, puisqu'ils paraissent présenter un intérêt plus considérable.

Désignons comme précédemment par :

E_u, la force électromotrice des dynamos génératrices;

E_b, la force électromotrice de la batterie;

I, l'intensité du courant total, c'est-à-dire traversant S_2;

I_u, l'intensité du courant fourni par l'usine;

I_c, l'intensité du courant de décharge ou de charge de la batterie;

r, la résistance de la batterie et de l'induit de survolteur.

L'excitation shunt de celui-ci tend à donner à son induit une polarité opposée à celle de la batterie : il en permet donc la charge et la désulfatation complète, d'ailleurs réglable au moyen d'un rhéostat *R* en circuit. Les enroulements S_1 et S_2, parcourus respectivement par les courants I_u et *I*, tendent à créer une polarité opposée du survolteur, et sont prédominants à forte charge du réseau, faibles au contraire à vide. Il convient de mettre en court-circuit ces bobines S_1 et S_2 quand on effectue la charge complète de la batterie. Mais on les met en circuit pour le fonctionnement de cette batterie en tampon, et, pourvu que le voltage de celle-ci ne baisse pas trop considérablement sous l'effet des charges qu'elle est appelée à subir, c'est-à-dire pourvu qu'elle leur soit convenablement proportionnée, le survolteur assure la répartition automatique de la charge, *dont l'usine génératrice doit supporter une fraction aussi constante que possible pour fonctionner dans des conditions économiques.*

La prédominance de l'enroulement shunt, aux faibles charges du réseau, tend à provoquer la charge de la batterie. Appelons *U* la tension constante créé par cet enroulement shunt, et opposé à celui de la batterie.

S_1 et S_2 tendent à créer des tensions opposées U_1 et U_2, tels que $U_1 + U_2 < U$ à faible charge, $U_1 + U_2 > U$ à forte charge, et $U_1 + U_2 = U$ pour la valeur limite du courant que doit fournir l'usine seule, sans l'assistance de la batterie.

Si la perméabilité est constante, comme c'est sensiblement le cas pour un tel survolteur, et si les enroulements S_1 et S_2 comportent respectivement n_1 et n_2 spires,

$$U_1 = an_1I_u \qquad U_2 = an_2I.$$

Pour la valeur limite $U_1 + U_2 = U$ qui ne correspond à aucune charge ni décharge de la batterie, l'usine fournit le courant total et $I = I_u$.

Donc $U_1 + U_2 = U$ devient

$$aI(n_1 + n_2) = U. \qquad (1)$$

Pour que I_u demeure constant quand I augmente, la batterie doit fournir la différence $I - I_u$, ce qui correspond à une perte en volts $r(I - I_u)$ que le survolteur doit racheter : donc

$$U_1 + U_2 - U = r(I - I_u)$$

ou

$$a(n_1I_u + n_2I) - U = r(I - I_u).$$

Mais puisque I est la seule variable, on a, en différentiant les deux membres de cette équation, et en réduisant :

$$an_2 = r. \qquad (2)$$

Les équations 1 et 2 déterminent les enroulements d'excitation série, l'enroulement shunt étant lui-même réglé comme nous l'avons indiqué dès l'abord, c'est-à-dire pour permettre la charge complète de la batterie.

Les équations ci-dessus se compliqueraient un peu plus si la tension U variait pour une cause quelconque : mais les calculs qui précèdent s'appliquent au cas qu'il convient de viser en pratique, et qui se caractérise *par le maintien d'une tension constante au moyen de dynamos compoundées, et par le fonctionnement à charge constante de celles-ci, grâce aux accumulateurs tampons ainsi réglés* :

Il est facile de déterminer les équations, d'ailleurs peu différentes, qu'il convient d'employer si la tension du réseau varie beaucoup (dynamos en dérivation par exemple).

Exemple. — Prenons, pour fixer les idées, l'exemple numérique suivant :

La tension d'un circuit de traction est de 500 volts (dynamos compoundées).

La batterie comporte 250 éléments, d'une tension maxima de 2,3 volt par élément, soit pour la batterie $250 \cdot 2{,}3 = 575$ volts.

La tension due à l'excitation shunt du survolteur $U = 75$ volts.

Le maximum de $I = 400$ ampères.

La charge moyenne de la dynamo $I_u - 100\,a$.

La résistance $r = 0{,}2$ ohm.

La perméabilité du survolteur est telle que $a = 0{,}02$ (volts par ampère-tour).

$$n_1 + n_2 = \frac{75}{100 \cdot 0{,}02} = 38, \qquad (1)$$

$$n_2 = \frac{0{,}2}{0{,}02} = 10 \text{ tours}. \qquad (2)$$

Donc : $n_1 = 28$ tours.

C'est évidemment au débit maximum de la batterie que correspond la puissance maxima du survolteur :

Courant $\quad I - I_u = 400 - 100 = 300\,a.$

Tension $\quad r(I - I_u) = 0{,}2\,(400 - 100) = 60^v.$

La puissance ou produit de ces deux quantités, 18 000 watts, est un maximum rarement atteint; la commutation doit être assez bonne sur le survolteur pour qu'il y puisse suffire sans étincelles, mais au point de vue de l'échauffement, la puissance à considérer est loin d'atteindre ce maximum, et le survolteur ne doit pas coûter plus qu'une dynamo ordinaire donnant 10 à 12 kilowatts continuellement. On peut l'évaluer exactement si on possède des diagrammes de la charge.

VI. Survolteurs a intensité constante. — Enfin l'auteur s'étend également sur un autre survolteur, qui, dans beaucoup de cas, présente de nombreux avantages : surtout sur les réseaux de moteurs et dans les installations

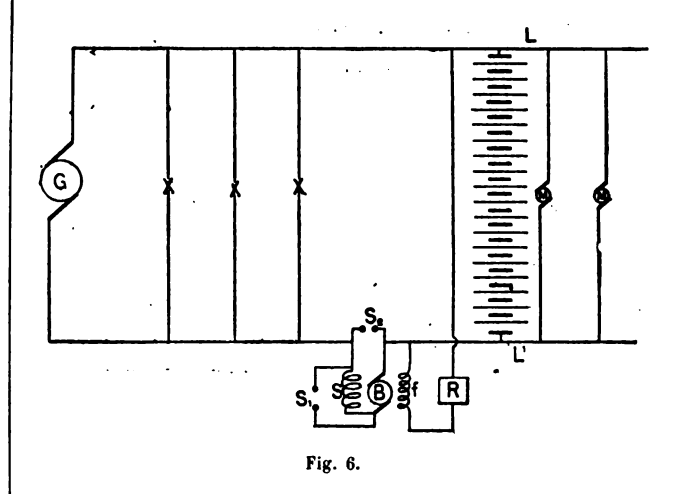


Fig. 6.

privées, comportant des ascenseurs, des presses à imprimer, etc., susceptibles de communiquer des à-coups fâcheux au reste de l'installation.

Ses connexions sont représentées figure 6 (2e système Entz).

La discussion de ce système, peu employé, serait intéressante, mais risquerait d'entrainer à des développements aujourd'hui inutiles.

SUR LA POSSIBILITÉ D'OBTENIR

UNE BATTERIE D'ACCUMULATEURS LÉGÈRE

Dans le numéro du 7 juin de l'*Electrical World*, M. A.-L. Marsh publie une longue étude sur les différents métaux susceptibles d'être employés dans la construction des

accumulateurs, et compare les capacités théoriques que peut donner chaque combinaison avec la capacité théorique de l'accumulateur au plomb.

M. Marsh rappelle d'abord que la quantité d'électricité théorique qu'on peut retirer d'une combinaison chimique est fonction de l'équivalent chimique et non pas fonction de la densité. La capacité en coulombs d'une substance dépend du poids équivalent du composé, et est déterminée par son changement d'atomicité entre la charge et la décharge. Dans le peroxyde de plomb PbO^2, le plomb est considéré comme tétravalent, ses quatre valences sont satisfaites; il devient bivalent lorsqu'il est à l'état de sulfate de plomb, puisqu'il tient dans SO^4H^2 la place de deux atomes d'hydrogène, qui est monovalent.

M. Marsh, qui paraît partisan de la théorie de la double sulfatation, admet que pendant la décharge d'un accumulateur au plomb, si on considère l'électrode positive, le plomb perd deux valences; si on pouvait réaliser un accumulateur dans lequel le peroxyde de plomb serait ramené par la décharge à l'état de plomb métallique, on disposerait d'une capacité théoriquement double de celle dont on dispose dans le cas actuel. Il en est de même pour l'électrode négative, sauf que le changement de valence est en sens opposé.

Dans l'accumulateur au plomb, le peroxyde de plomb, dont le poids moléculaire est 238,9 étant ramené à l'état de SO^4Pb, le poids équivalent du composé est la moitié du poids moléculaire, c'est-à-dire 119,45, ce qui donne comme poids de peroxyde capable de produire un A-h.

$$119{,}45 \times 0{,}000010384 \times 3600 = 4{,}46552768 \text{ g.}$$

ou une capacité de 223,9 A-h par kg de PbO^2.

La plaque négative étant constituée par du plomb doux, dont l'équivalent est 103,5, on aura :

$$103{,}5 \times 0{,}000010384 \times 3600 = 3{,}8690784 \text{ g}$$

de plomb par A-h, ce qui donne une capacité de 258,4 A-h par kg de matière active négative, et explique pourquoi, à poids égal, les négatives ont plus de capacité que les positives.

Ces chiffres ne concernent, bien entendu, que la quantité de substance active entrant en réaction, mais il ne faut pas perdre de vue que, dans l'accumulateur au plomb, on ne peut pas compter sur l'utilisation totale de la matière active. Le support de cette matière n'entre pas non plus dans les calculs. On sait, du reste, qu'en pratique on n'obtient guère plus de 65 à 70 A-h par kg de matière active positive au régime de décharge en quatre heures, en choisissent des éléments du type extraléger. Si on pousse l'utilisation de la matière active dans les meilleures conditions, c'est-à-dire à un régime faible, de façon à avoir une longue durée de décharge, on arrive à 95 A-h par kg de matière active positive, soit près de 42 pour 100 de la quantité théorique. Mais, nous le répétons, les chiffres indiqués par M. Marsh comme capacité par kg de matière active, nous paraissent un peu forts et ne peuvent correspondre qu'à des éléments d'une extrême légèreté et par suite peu solides.

Après avoir examiné ainsi les constantes spécifiques de l'accumulateur au plomb, M. Marsh passe en revue les différentes substances pouvant servir d'électrodes positives et celles qui peuvent être employées comme substances négatives.

Substances positives. — *Oxydes de nickel.* — L'auteur considère trois oxydes de nickel : le peroxyde NiO^2, le sesquioxyde Ni^2O^3 et le protoxyde NiO.

Le peroxyde NiO^2, réduit à l'état de protoxyde, donnerait 590,5 A-h par kg. Réduit à l'état de sexquioxyde, il donnerait seulement 295,2 A-h par kg.

Le sesquioxyde de nickel, réduit en protoxyde, fournirait 323,8 A-h par kg.

Cette question de la capacité des oxydes de nickel touche une question actuellement à l'ordre du jour depuis l'annonce de l'accumulateur Edison (dont on parle toujours, mais qu'on ne voit jamais) et les recherches de Michalowski, dont nous avons déjà parlé dans notre numéro du 25 juin 1901.

D'après M. Marsh, Edison indique pour son accumulateur la formule NiO^2 comme départ, avec NiO comme point d'arrivée en fin de décharge. Michalowski, au contraire, part de Ni^2O^3 pour arriver à NiO; M. Marsh, lui, préfère de ces deux théories celles de la transformation du sesquioxyde en protoxyde. La théorie d'Edison correspond à la plus grande capacité. Nous avons déjà indiqué, dans l'article rappelé plus haut, ce qui différenciait les hypothèses d'Edison et de Michalowski.

Comme dans le cas du peroxyde de plomb, les oxydes de nickel ne sont pas en réalité aussi simples que l'indiquent les formules, et les réactions de la charge et de la décharge sont extrêmement complexes.

Dans les éléments au nickel, l'électrolyte employé est une solution alcaline qui ne participe pas à la réaction et ne sert que de véhicule pour le transport de l'oxygène d'une électrode sur l'autre. Jungner indique, du reste, la façon dont on peut expliquer le mécanisme de cette réaction. (Voy. *L'Industrie électrique* du 25 juin 1901.)

Les capacités données par le cobalt sont les mêmes que pour le nickel, les poids atomiques de ces deux métaux ne différant presque pas.

Oxydes d'argent. — L'argent diffère des deux métaux précédents, en ce que ses oxydes sont ramenés à l'état métallique pendant la décharge. Suivant que l'on part du peroxyde AgO ou de l'oxyde Ag^2O, les capacités par kg sont respectivement de 431,4 et de 230,6 A-h.

Un petit accumulateur constitué par une positive Ag^2O et une négative au cadmium, construit par M. Marsh, donnait environ 120 A-h par kg de Ag^2O employé.

L'électrolyte employé avec les oxydes d'argent est encore une solution alcaline.

Oxydes de cuivre. — Les oxydes de cuivre sont, comme l'argent, réduits à l'état métallique pendant la décharge,

ou à l'état d'oxyde inférieur si on part de CuO^2, suivant la nature de la négative employée.

Il en est, du reste, de même pour l'argent. D'un couple de peroxyde d'argent et argent, il résulterait probablement, par la décharge, de l'oxyde Ag^2O sur les deux électrodes, par réduction partielle de l'une et oxydation de l'autre.

Ce sont, du reste, les réactions indiquées par Jungner.

Le peroxyde de cuivre CuO^2 réduit en cuivre métallique, donnerait 1119,7 A-h, par kg, mais ce corps est assez peu connu.

L'oxyde cuivrique CuO, réduit à l'état de cuivre, donne 671,8 A-h par kg.

Les oxydes de cuivre s'emploient dans les solutions alcalines. Ils sont un peu solubles dans ces solutions; mais, d'après Edison, un degré de subdivision extrême rend l'oxyde cuivreux insoluble.

Chlore. — Le chlore employé comme dépolarisant en contact avec une électrode conductrice non attaquable, comme le charbon, serait théoriquement capable de donner 754,5 A-h par kg.

SUBSTANCES NÉGATIVES. — *Fer.* — Le fer est une des substances les plus faciles à employer comme électrode négative. L'oxyde ferrique et ses sels sont parfois employés comme dépolarisants, mais la force électromotrice produite est plutôt faible. Les capacités du fer par kilogramme sont :

Le fer transformé en oxyde ferrique Fe^2O^3 donne. . .	1433	A-h.
— ferreux FeO — . .	955,3	—
— magnétique Fe^3O^4 donne.	1273,8	—

Cadmium. — Le cadmium est employé seulement comme substance négative; son oxyde est insoluble dans les solutions alcalines. Il donne 477,6 A-h par kg.

M. Marsh oublie de signaler que le cadmium peut être aussi employé avec une solution acidulée dans laquelle il se dissout à l'état de sulfate de cadmium.

Zinc. — Le zinc est soluble dans presque tous les électrolytes soit à l'état d'oxyde dans les solutions alcalines, soit à l'état de métal dans les solutions acides.

Cuivre. — Le cuivre, qui est employé par Jungner dans son accumulateur, se transforme suivant lui par la décharge en Cu^2O; il fournit ainsi 420,5 A-h par kg.

Le tableau ci-dessous résume les capacités théoriques calculées par M. Marsh pour les diverses substances. Tous ces chiffres, donnés en A-h par livre, ont été ramenés en A-h par kg.

Substances positives.				*Substances négatives.*			
PbO^2 en	$PbSO^4$ . .	223,9	A-h : kg.	Pb en	SO^4Pb . . .	258,5	A-h : kg.
NiO^2	NiO . . .	590,5	—	Fe	Fe^2O^3 . .	1433,01	—
NiO^2	Ni^2O^3 . .	295,2	—	Fe	FeO. . . .	955,3	—
Ni^2O^3	NiO . . .	323,8	—	Fe	Fe^3O^4 . .	1273,8	—
AgO	Ag. . . .	431,4	—	Cd	CdO. . . .	477,6	—
Ag^2O	Ag. . . .	250,6	—	Zn	ZnO. . . .	822,9	—
CuO^2	Cu. . . .	1119,7	—	Zn	$ZnCl^2$ . . .	822,9	—
CuO^2	CuO . . .	559,8	—	Cu	CuO. . . .	841,1	—
CuO	Cu. . . .	671,8	—	Cu	Cu^2O. . . .	420,5	—
Cu^2O	Cu. . . .	373,5	—				
Cl	. . .	754,5	—				

On voit par ce tableau que le plomb est parmi toutes les substances positives celle qui se trouve avoir la plus petite capacité spécifique, et cette capacité est encore plus petite si on tient compte de l'appauvrissement de l'électrolyte en acide pendant la décharge.

Les autres substances de la liste positive sont employées en solution alcaline. Pendant la charge et pendant la décharge, il y a transport de l'oxygène d'une électrode à l'autre, sans aucune altération dans l'électrolyte; celui-ci se trouve en quantité juste suffisante pour servir de conducteur et pour permettre la décomposition de l'eau pendant la surcharge.

Le peroxyde de cuivre CuO^2 donnerait de beaucoup la plus grande capacité (5 fois plus grande que celle du peroxyde de plomb); malheureusement ce composé est d'un emploi pour ainsi dire impossible, puisqu'il se décompose à la température ordinaire lorsqu'il est humide; la température ne devrait pas dépasser celle de la congélation de l'eau.

Dans le cas d'un accumulateur léger, il ne faut pas se borner à considérer seulement la capacité spécifique, mais aussi l'énergie spécifique en watts-heure par kg. La f. é. m. doit donc être calculée dans chacun des cas. M. Marsh ramène la f. é. m. de la substance positive à un zéro étalon, ou substance qui n'ajoute ni ne soustrait rien à la f. é. m. produite par l'action de l'électrolyte sur l'électrode négative. C'est le procédé habituel de l'électrode supplémentaire.

Dans une solution alcaline, l'oxyde d'argent Ag^2O peut servir d'étalon; d'autres oxydes produisent une f. é. m. plus ou moins grande suivant qu'ils sont endothermiques ou exothermiques. L'oxyde d'argent ne pourra pas servir pour examiner le peroxyde de plomb, qui est employé uniquement en solution acide.

La table suivante donne les valeurs de la f. é. m. des différentes substances négatives dans un électrolyte alcalin :

Substance négative	F. E. M.	
Zinc amalgamé	1,37	volt.
Zinc pur	1,32	—
Cadmium.	0,95	—
Fer	0,85	—
Cuivre	0,56	—

Les valeurs de la f. é. m. des substances positives varient suivant la méthode de préparation et les conditions d'emploi.

Dans les solutions alcalines on a approximativement, toujours vis-à-vis d'une électrode supplémentaire en oxyde d'argent Ag^2O.

Sublance positive	F. E. M.	
Peroxyde de nickel (NiO^2).	+ 0,4	volt.
Peroxyde d'argent (AgO)	+ 0,15	—
Oxyde d'argent (Ag^2O)	0	—
Peroxyde de cuivre (CuO^2)	(?)	—
Oxyde cuivrique (CuO)	— 0,4	—
Oxyde cuivreux (Cu^2O)	— 0,47	—

Si on considère les différents chiffres indiqués par M. Marsh, on voit qu'ils correspondent à peu près aux

chiffres indiqués pour les éléments déjà connus. On aurait en effet :

Élément oxyde de nickel-fer (Edison).	1,25 volt.
— nickel-zinc (Michalowski) .	1,77 —

L'oxyde cuivrique (CuO), bien qu'ayant une capacité théorique élevée et environ 3 fois plus grande que celle du peroxyde de plomb, donne une f. é. m. trop faible, mais son énergie spécifique est néanmoins plus élevée.

M. Marsh indique que le principal ennui dans les éléments avec négatives en zinc repose surtout dans la difficulté d'obtenir un dépôt de zinc convenable : cette opinion est absolument exacte.

Le peroxyde de nickel donne une différence de potentiel d'environ 1,5 volt au commencement de la décharge avec une négative en fer. Pendant la décharge la différence de potentiel tombe graduellement au-dessous de 1 volt, de sorte que la moyenne est plus élevée que 1. La capacité est élevée, si la théorie d'Edison est exacte. Cette théorie serait résumée dans la réaction suivante :

$$NiO^2 + Fe = NiO + FeO.$$

M. Marsh au contraire admet que la réaction serait :

$$2\,NiO^2 + Fe = Ni^2O^3 + FeO.$$

L'énergie spécifique dans ce cas serait plus faible que dans le précédent, puisque la capacité théorique n'est que 295,2 A-h par kg au lieu de 590,5 A-h. L'avantage du poids dans l'accumulateur au nickel, vis-à-vis de l'accumulateur au plomb, serait alors principalement dû au négatif en fer et à la faible quantité d'électrolyte.

La capacité du peroxyde d'argent est très élevée et la f. é. m. qu'il est capable de produire est seulement un peu plus faible que celle du peroxyde de nickel; la chute de la différence de potentiel pendant la décharge est lente, jusqu'à la fin.

M. Marsh aborde ensuite l'invention de M. Pisca dans laquelle on employait des électrodes en zinc et charbon avec le chlore liquide comme dépolarisant. Dans son brevet M. Pisca n'indiquait pas la f. é. m., mais M. Marsh estime qu'elle devait être de 2 volts. L'inventeur revendiquait une plus grande capacité pour cet accumulateur que pour tous les autres connus, et en réalité cette grande capacité était évidente par calcul. M. Marsh craint que la grosse difficulté de ce type d'accumulateur ne réside dans le volume de liquide à avoir et dans la façon dont le zinc se déposerait à la charge. Ne serait-elle pas en même temps dans la question de savoir si le zinc sera attaqué par le chlore liquide et si par suite le chlorure de zinc sera soluble dans le chlore? Une autre difficulté pourrait aussi se rencontrer dans le poids des récipients capables de supporter à la température normale la pression nécessaire à maintenir le chlore à l'état liquide.

Dans la liste des substances négatives, le fer possède la plus grande capacité et en même temps sa f. é. m. est assez élevée. Il est probable que dans les conditions normales de décharge, il ne se forme que l'oxyde ferreux FeO, mais néanmoins la capacité de 955 A-h par kg est encore plus grande que celle des autres métaux.

Sous certaines conditions, il peut se former des ferrates solubles de sodium ou de potassium. Dans les conditions de travail d'un accumulateur, de telles réactions ne seraient pas importantes et ne se produiraient probablement pas. La singulière propriété d'inertie du fer peut être surmontée et ne constituera probablement pas un obstacle sérieux à son emploi dans les batteries d'accumulateurs.

Le cadmium a une capacité plus faible que le fer et est beaucoup plus coûteux; sa f. é. m. est un peu plus élevée.

Le cuivre a une capacité suffisamment grande, même quand il passe de Cu en Cu^2O, ce qui est le cas normal; mais il présente l'inconvénient d'une légère solubilité dans l'électrolyte et sa f. é. m. est faible.

Dans un accumulateur dû à Michalowski, le zinc est employé comme électrode négative dans un électrolyte composé d'une solution d'aluminate de sodium ou de potassium; le zinc serait insoluble dans cet électrolyte et pourrait ainsi être substitué au cadmium sur lequel il possède l'avantage d'avoir une f. é. m. élevée et une plus grande capacité spécifique.

Un autre facteur important dans l'invention d'un accumulateur léger, est le support de la matière active. Dans les accumulateurs légers actuels le grillage entre pour au moins 50 pour 100 dans le poids de la plaque, et dans des variétés assez robustes la proportion est plus grande. Un poids beaucoup moindre de nickel ou de fer aura une force supportante aussi grande que celle d'une grille en plomb, établissant la proportion d'environ 1 à 2, entre le grillage et la matière active. Le fer et le nickel auraient aussi une durée plus grande que le plomb.

Après avoir ainsi passé en revue les différents métaux qui peuvent être essayés à la réalisation d'un accumulateur léger, M. Marsh affirme sa conviction qu'il est possible d'arriver à réaliser, par l'étude de ces corps, un accumulateur qui présente des facilités plus grandes d'emploi que l'élément au plomb.

En attendant il faut toujours, faute de mieux, s'en contenter, le prendre tel qu'il est et ne lui demander que ce qu'il peut faire raisonnablement. A. D.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Incendie d'une station centrale. — Il y a quelques jours un incendie très sérieux se déclara à la station d'électricité d'Islington, à la suite duquel ce quartier entier fut plongé dans les ténèbres pendant quelque temps. Islington est un des plus grands quartiers de Londres et contient une population de près de 300.000 habitants; le Conseil municipal de cette localité gère lui-

même son usine électrique. Un peu avant huit heures du soir, un câble appartenant à un feeder principal placé derrière le tableau de distribution dans la salle des machines, sauta, et mit le feu aux autres câbles situés dans le même caniveau. Les flammes se propagèrent à tout l'arrière du tableau et en quelques minutes, le local entier, qui a une longueur de 15 mètres fut en feu et les câbles et les fils furent détruits.

Les employés de la station jetèrent du sable sur les câbles et essayèrent d'éteindre le feu, mais le tableau entier fut brûlé et l'éclairage du quartier fut interrompu.

Les pompiers, qui sont arrivés promptement, jetèrent ensuite beaucoup d'eau sur l'incendie, ce qui eut pour résultat d'endommager les machines, et il fallut fermer la station entière. Les conséquences furent sérieuses, car 400 lampes à arc et 61 000 lampes à incandescence furent éteintes.

Les boutiques, les théâtres, les rues et les maisons furent dans l'obscurité complète, car dans presque toutes les maisons, le gaz avait été supprimé.

Mais grâce à l'activité de l'ingénieur en chef et de ses collaborateurs, on a pu assurer temporairement l'éclairage des rues jusqu'au soir suivant.

L'éclairage de l'arrière des voitures. — Le *Board of Trade* propose de faire un nouveau règlement prescrivant que toutes les voitures en Angleterre doivent porter un feu rouge en arrière, comme les trains, de façon à ce que les piétons puissent distinguer une voiture qui s'en va d'une voiture qui vient.

Cette proposition a soulevé une certaine opposition dans les milieux de tramways électriques, et une députation de diverses compagnies s'est présentée au *Board of Trade* et au *Home Office* pour discuter l'affaire.

Leurs arguments furent qu'une lumière rouge en arrière de chaque tramway non seulement ne serait pas nécessaire, mais qu'elle serait une cause de confusion pour le voyageur ordinaire. On donna comme preuve que presque chaque ville avait adopté l'habitude d'avoir des couleurs de route différentes et diverses, et le public était accoutumé à ces couleurs distinctes.

Au milieu d'une ville, où diverses routes convergent, le règlement proposé causerait ainsi une grande confusion.

La réponse du gouvernement fut que son seul désir était d'obtenir l'uniformité, quant aux lumières en arrière des véhicules.

En prenant cette décision il tiendrait compte que les tramways sont astreints par les rails à suivre un côté de la route et qu'ils sont très bien éclairés. On ne pense pas cependant que le *Board of Trade* fasse aucune exception en faveur des tramcars.

Les commandes pour les câbles sous-marins. — Malgré tout ce qu'on dit de la télégraphie sans fil, les compagnies de câbles ne paraissent nullement être effrayées, à en juger par le fait que l'on continue à exécuter encore des commandes pour des câbles. Sous ce rapport, l'Angleterre continue aussi de tenir sa place comme centre principal de cette industrie autrefois si importante.

La *Commercial Pacific Cable C°* a récemment signé un contrat avec la *Telegraphe Construction and Maintenance C°* de Londres pour la confection et l'installation de son câble de Honolulu à Manila. Les fabricants garantissent l'achèvement de la pose du câble pour juin 1903, si on leur donne les sondes nécessaires.

Comme ils ont deux paquebots qui peuvent porter les 9600 km de câble, la compagnie peut finir dans l'année l'ouvrage que beaucoup d'autres constructeurs prendraient deux années pour achever.

En ce moment le câble de San Francisco à Honolulu est chargé à Woolwich, sur le paquebot *Silvertown*, qui appartient à une compagnie de caoutchouc.

Un nouveau système de paratonnerre. — Dans le *Times* on a signalé les risques que courent nos édifices publics à cause de leur protection insuffisante contre la foudre, car on a récemment trouvé que plusieurs des soi-disant systèmes de paratonnerre employés à présent ne sont pas toujours dignes de confiance, à cause de mauvais joints et des prises de terre trop sèches. Il y a quelque temps qu'on a nommé une commission pour la recherche des effets de la foudre afin de faire des observations et de centraliser les résultats. On recueille encore des données et plusieurs observations efficaces déjà centralisées rendront la besogne de la commission plus facile.

Le secrétaire de la Commission est M. Killingworth-Hedges, qui a inventé et breveté un système perfectionné de paratonnerre, qu'on a déjà installé à St Paul's Cathedral, Westminster Abbey, et sur d'autres grands édifices de Londres.

Le système consiste d'abord à assurer une continuité parfaite, toutes les tiges et les rubans sont réunis en faisant couler du plomb dans des boites de jonction dans lesquelles ces parties réunies viennent aboutir. Deuxièmement les édifices sont protégées par de petites aigrettes fixées par intervalles tout le long des rubans en cuivre en plus des deux longues tiges. Le but de ces aigrettes est de diminuer davantage la différence de potentiel entre les nuages et la terre, car l'inventeur pense que cela n'est pas toujours fait suffisamment par les tiges seules. Troisièmement les conducteurs suivent les murs d'un édifice, en utilisant des supports spéciaux et on considère ceci comme un grand avantage. Quatrièmement on emploie une prise de terre perfectionnée, et on n'emploie plus l'ancienne plaque. La nouvelle connection à la terre consiste en un tuyau de fer qu'on enfouit dans le sol, et qui se termine par une partie qui est perforée de plusieurs trous. Ce tube est en connection métallique avec les paratonnerres et on le relie à un autre tuyau qui amène l'eau de pluie. On s'arrange de façon à utiliser une partie de l'eau qui s'écoule du toit de l'édifice. Le tuyau de prise de terre est entouré de charbon de bois, qui entoure aussi le câble en cuivre qui vient de l'édifice. Grâce à ce moyen on affirme qu'une telle prise de terre

un peu humide assure un bon contact, ce qui permet d'enfoncer le tuyau dans la terre avec beaucoup moins de peine et de frais qu'il serait nécessaire s'il fallait enterrer une grande plaque. S'il n'y a pas assez de pluie, on peut toujours verser de l'eau dans le tuyau, mais une telle nécessité ne se fait guère sentir en ce pays ou dans d'autres pays de l'Europe.

La British Association. — Le 10 courant la *British Association* s'assemblera à Belfast sous la présidence, cette année, de M. le professeur Dewar. Le président de la section A (sciences mathématiques et physiques) est M. le professeur John Purser, dont le discours sera biographique. Le programme général de cette section n'est pas encore organisé, mais on croit que Lord Raleigh présentera la question de la conservation de poids dans la réaction chimique; le professeur Martin décrira quelques études sur les oscillations électriques. Le docteur Sarmor parlera sur la température de l'énergie rayonnante. Le professeur Tronton montrera quelques expériences sur le champ magnétique dû à la présence d'un condensateur chargé. La section G (génie civil) contiendra, comme toujours, des sujets intéressants ayant une large portée, et on dit que l'éducation jouera un grand rôle dans plusieurs discours. Pendant la semaine de la réunion on invitera les associés à visiter les travaux du port de Lough, le bureau central des téléphones à Belfast, la station d'électricité et les chantiers de constructions navales de Workman Clarke et Cie et de Harland et Wolff.

Les omnibus électriques de Londres. — On dit que pendant quelque temps les directeurs de la *London General Omnibus Co* ont eu à examiner la question des omnibus électriques, et que, en juin dernier, la Société passa un contrat avec M. Fisher de New York pour un omnibus électrique d'essai. Maintenant cette voiture est presque finie et son organisation est tout à fait nouvelle, du moins pour un omnibus.

On n'emploiera pas des accumulateurs, mais une petite machine à pétrole actionnant une dynamo, qui à son tour commandera les moteurs, un peu à la façon de la locomotive Heilmann.

L'omnibus a une longueur de plus de 6 mètres et il portera 30 voyageurs, les sièges étant disposés comme sur les omnibus à chevaux actuels. Vide, il pèsera 5000 kg.

C. D.

VARIÉTÉS

LES SOURCIERS
LA BAGUETTE DIVINATOIRE ET L'ÉLECTRICITÉ

Les sourciers, qu'il ne faudrait pas confondre avec les sorciers, bien que les uns et les autres paraissent devoir emprunter leur pouvoir magique à la même source inépuisable, la bêtise humaine, les sourciers sont, au dire des crédules, des individus doués du pouvoir de découvrir des sources à l'aide d'une baguette de coudrier ou même d'une simple tige métallique tenue entre leurs mains.

Lorsque le sourcier est au-dessus d'une source, ou s'il arrive à croiser un cours d'eau, la baguette se retourne entre ses mains avec vivacité, comme si elle était attirée par sa poitrine, et le tour est joué.

Le plus célèbre sourcier est actuellement le Fr. Arconse, des Petits Frères de Marie, supérieur de l'école de Thurins (Rhône), et ses exploits, que le *Cosmos* nous raconte avec une gravité à la fois comique et inconsciente, tiennent en effet du prodige, pour ne pas dire du miracle.

Le pouvoir de découvrir des sources à l'aide de la baguette est venu au Fr. Arconse on ne sait comment, il y a une trentaine d'années. A cette époque, — et ici nous citons textuellement : — « visitant avec des amis une carrière, et trouvant « sur le sol une baguette fourchue de coudrier, il la prit « entre ses mains pour savoir si elle tournerait. Un peu plus « loin était une veine d'eau qui lui était inconnue; au « moment où il la rencontra, la baguette se tourna brusque« ment de son côté; le Fr. Arconse était sourcier.

« A partir de ce moment, il cultiva le pouvoir nouveau « qu'il venait de se découvrir et varia de toutes façons ses « expériences pour maintenir le maximum d'effet. Depuis, il « a trouvé 1300 sources, et sur ce nombre n'a eu que 7 « insuccès, tous dus à la même cause : à une argile mollasse « sur laquelle s'enfonce la goutte de pluie, la baguette accuse « la présence de l'eau sur tout le banc, sans qu'il soit pos« sible de mettre la main sur un filet qui n'existe pas. »

Ne croyez pas cependant que le Fr. Arconse se contente de son procédé empirique et quelque peu aléatoire; il sait, en homme habile, mêler la science au surnaturel, et accroître la valeur divinatoire de la baguette par des connaissances hydrologiques offrant plus de garanties.

« Mais le Fr. Arconse crut que pour mieux utiliser ce pro« cédé de découvrir les sources, il lui fallait des études de « géographie hydroscopique. Il les fit d'abord sur les livres, « puis sur le terrain, et arriva à une connaissance assez exacte « de l'état du sous-sol et de ses rapports avec les veines d'eau, « pour qu'il lui soit arrivé parfois de dire, de loin, et sans « aucune expérience, à quel endroit on devait fouiller pour « trouver l'eau que l'on désirait. C'est donc un sourcier « doublé d'un hydrologue expérimenté; chez lui, la science « aide le don et l'empêche de dépenser en pure perte des « efforts pour trouver des sources où il ne peut y en avoir.

« Le Frère commença par faire des recherches avec la tra« ditionnelle baguette de coudrier, puis il essaya successi« vement d'autres bois et arriva à cette conclusion que tous « pouvaient être employés à condition que le bois fût dur et « eût beaucoup de nœuds. Les bois tendres ne donnaient « presque pas de résultats. Il eut alors l'idée de se faire une « baguette de fer terminée par une fourche comme la baguette « de coudrier, puis, à la suite de plusieurs expériences, il « adopta la baguette représentée dans la gravure (1). C'est un « gros fil de fer rond de 2/3 de centimètre de diamètre et se « repliant sur lui-même en son milieu en une sorte de longue « boucle fermée. L'opérateur en tient les deux extrémités « dans ses mains, la paume tournée vers le ciel; la boucle « peut être dans n'importe quelle position, mais le Frère la « met ordinairement verticale. S'il arrive à croiser un cou« rant d'eau, la baguette se retourne avec plus ou moins de « vivacité vers lui comme si elle était attirée par sa poitrine. « La force avec laquelle se fait ce mouvement de rotation est

(1) Nous croyons inutile de reproduire cette photogravure qui n'apprendrait rien à nos lecteurs.



« considérable, et il y aurait lieu de faire d'intéressantes « expériences au frein. N'en ayant pas à ma disposition, je « me contentai de cette approximation grossière : Priant « l'opérateur de laisser passer de droite et de gauche les « extrémités de la baguette, celles-ci furent saisies avec « vigueur par deux personnes qui devaient s'opposer à tout « mouvement de rotation de l'axe de l'appareil. En dépit de « tous leurs efforts, et bien que leurs quatre mains fussent « employées à presser la baguette, elles ne purent empêcher « celle-ci de tourner de 90 degrés.

« Cette baguette est d'autant plus sensible qu'elle est plus « grande; on pourrait encore augmenter sa sensibilité en la « composant non d'un cylindre de fer, mais d'un faisceau de « fils de fer tordus. Seulement l'appareil serait alors si sen- « sible qu'il décélerait les plus petits cours d'eau, ceux qu'il « n'y a aucun intérêt à recueillir. Enfin, *une baguette qui a « beaucoup servi à ces expériences est plus sensible qu'une « baguette neuve, et il n'y a à cela rien d'étonnant* (sic).

« Quand le Fr. Arconse met le pied sur la partie où le « cours d'eau fait sentir son influence, il suffit que le bout « du pied touche cette sphère d'action pour que la baguette « entre en mouvement. Passant ensuite de l'autre côté à une « certaine distance, il cherche par le moyen de la baguette « le point précis où la source recommence à agir. Ces deux « points fixés par plusieurs expériences occupent une bande « de terrain d'autant plus grande que la profondeur de la « source est plus considérable. Il marque alors soigneuse- « ment le milieu de cet espace; c'est l'endroit où on devra « creuser. Ajoutons cependant que ce moyen ne peut donner « que des renseignements très approximatifs, et que l'étude « des terrains peut beaucoup aider le pronostic.

« Il passe ensuite à la seconde opération, qui est celle de « jalonner le cours d'eau, et, pour cela, se plaçant à l'endroit « qu'il vient d'indiquer, il prend un pendule métallique. En « campagne le pendule le plus pratique est une montre sus- « pendue à une chaîne d'acier. Le pendule rendu immobile, « se met à osciller faiblement d'abord, puis franchement, « dans une direction déterminée. C'est la direction du cours « d'eau. Voulez-vous vous en assurer? Arrêtez le pendule et « donnez-lui violemment une direction diamétralement op- « posée ; vous verrez ses oscillations s'arrêter plus ou moins « rapidement selon la sensibilité de l'opérateur, s'éteindre et « reprendre ensuite dans le sens du courant. Cette direction « générale ainsi obtenue, il ne reste plus qu'à jalonner le « cours d'eau d'une manière plus précise, en le recoupant en « plusieurs endroits; la baguette indiquera immédiatement « sa présence. Ce moyen est très utile quand on veut retrouver « par exemple d'anciennes conduites d'eau dont le plan a été « égaré, comme aussi il permet de faire creuser la source au « point où sa profondeur sera moins considérable, ou encore « à l'endroit qui rendra les travaux plus aisés et plus profi- « tables pour le propriétaire. »

Il faut une explication, ou un semblant d'explication, à ces faits qui ne tiennent pas plus debout que la table tournante [1], mais le Fr. Arconse n'est jamais pris sans vert, et c'est l'électricité qu'il invoque. Le morceau est savoureux, qu'on en juge :

« Pour les uns, et c'est l'opinion du Fr. Arconse, la cause « de tous ces mouvements serait l'électricité. Cette électricité « serait dégagée par le frottement de l'eau coulant sous « terre, et, à l'appui de cette explication, le Frère Arconse « déclare que l'eau dormante est sans action sur lui. Par « contre, nous avons vu des sourciers qui trouvent les eaux « dormantes avec autant de facilité que les eaux vives.

[1] L'auteur de ces lignes n'a jamais vu tourner *sérieusement* une table. Si quelque lecteur de *L'Industrie électrique* pouvait, par ses relations, lui procurer cet avantage, il lui en serait très reconnaissant, mais il est sceptique, et n'accepte pas le *chiqué*! (S.-T.)

« Il semblerait plus simple de relier ce fait à cet autre, « d'ordre plus général, en vertu duquel l'homme est plus ou « moins en communication avec la nature entière, et la « matière sous ses différentes formes exerce continuellement « une action sur le corps humain. Dans quelques organismes « mieux doués pour percevoir et reconnaître cette action, « ces rapports se manifestent par une sensation particulière. « Telle serait l'explication de la métallothérapie, celle des « voyants qui sentent à travers la terre les métaux, soit pré- « cieux, soit ordinaires, etc.

« Mais cette explication rencontre une autre difficulté à « propos des sources. Le sourcier a besoin de sa baguette, « et les mouvements de celle-ci sont, on l'a vu, d'une telle « violence qu'on a énormément de peine à les arrêter. Les « baguettes de coudrier se brisent dans les mains, les « baguettes de fer arrivent à meurtrir tellement les mains « de qui les tient, voulant accomplir leur quart de tour, « qu'elles y laissent une impression, un sillon, témoin visible « de l'effort exercé. Le corps humain ne serait dans ce cas « que le véhicule pour conduire le fluide à la baguette, ou « encore ce fluide transformerait le corps humain en un « réservoir magnétique de grande intensité, de là les efforts « de la baguette pour se mettre en position d'équilibre vis-à- « vis de ce réservoir magnétique. *Mais il ne doit pas s'agir « d'électricité telle qu'on l'entend dans les traités de physique,* « car alors les phénomènes ne se produiraient point avec une « baguette de coudrier ou d'autre bois dur et sec.

« Ce qui fait que d'explications en explications je ne crois « pas qu'il y en ait encore une de satisfaisante; mais, dans « toute hypothèse, ce fait des sourciers mériterait d'être « examiné scientifiquement. »

Est-il bien nécessaire d'examiner scientifiquement les hypothèses, comme le propose l'auteur de l'article du *Cosmos* auquel nous avons fait de si larges emprunts, M. le Dr Albert Battandier, et ne serait-il pas plus logique de commencer par l'examen des sourciers eux-mêmes?

La douche! Ces mots résument toute une philosophie qu'il est inutile de développer, car le lecteur a compris.

SAINT THOMAS.

BIBLIOGRAPHIE

Notes et formules de l'ingénieur, du constructeur-mécanicien, du métallurgiste et de l'électricien. — *E. Bernard et Cie*, éditeurs, Paris, 1902. (Prix : 12 fr).

Comparée à la 11e édition (1898) que nous avons sous les yeux, cette 13e édition est considérablement augmentée (37,5 pour 100 de pages en plus) et arrive à prendre des proportions qui, si l'on tient à maintenir, je dirais presque à rendre, le volume maniable, imposeront à bref délai un dédoublement déjà à l'ordre du jour d'autres côtés. Peut-être gagnerait-il cependant auparavant à être un peu réduit sur certains points, concisé, rajeuni, harmonisé, homogénéisé, voire corrigé, conformément aux principes modernes.

Nous avons peine à croire, en effet, malgré l'avertissement de l'éditeur, que son remaniement actuel soit l'œuvre du Comité de rédaction antérieur; une main

étrangère a certainement passé par là pour rendre complètement incompréhensibles les pages 1449, 1459 et 1460, pour remplacer le terme de « Transport de puissance » de la précédente édition par celui de « Transport de force »..., pourquoi pas « de farce »? pendant qu'on y est. On y arrivera peut-être d'ailleurs : on a bien laissé passer en gros caractères « 1884 » pour 1844, comme millésime de la loi sur les brevets d'invention. Franchement c'est trop jouer avec l'incorrection typographique devenue vraiment la marque de fabrique de certaines maisons. Si cependant la correction est de rigueur quelque part, c'est bien en matière de formulaire qui doit, avant tout, inspirer confiance et ne contenir que des faits, chiffres et expressions parfaitement acquis.

A cela près d'ailleurs, la section « Électricité », qui comprend actuellement 130 pages, s'est notamment augmentée de tout ce qui touche aux courants alternatifs. Elle se compose de quatre parties ainsi intitulées : 1° Unités et phénomènes généraux; 2° Production et utilisation des courants continus (qu'un peu de suite dans les idées aurait simplement appelée « Courants continus »); 3° Courants alternatifs; 4° Constantes et données numériques; le tout suivi du petit lexique technique inauguré il y a quelques années et qui, lui aussi, aurait bien besoin d'être complété, si jamais il peut l'être.

E. B.

I sistemi di illuminazione (Les systèmes d'éclairage), par le Dr Orso Mario Corbino. — *Remo Sandron*, éditeur, Milan, Palerme et Naples, 1902. (Prix : L. 1,50).

Volume de la *Piccola Enciclopedia del Secolo XX* (Petite encyclopédie du xxe siècle), cet opuscule rappelle ceux de notre *Encyclopédie des Aide-Mémoire* qui semble servir de type à l'étranger, si elle n'en est pas elle-même une imitation. Ce petit *instar* de collection naissant n'offre d'ailleurs ni dans sa conception ni dans sa réalisation quoi que ce soit de bien particulier. C'est une honnête compilation comme nous en connaissons tant, dont plus de la moitié est affecté à l'électricité et qui se termine par une comparaison entre les différents systèmes étudiés, avec vue sur la lampe de l'avenir. Si cette petite production n'est pas appelée à faire grand bien, du moins chez nous, elle ne fera cependant pas non plus de mal, et c'est déjà beaucoup par le temps qui court. E. B.

Agenda aide-mémoire de l'électricien, par Grininger. — *Loubat et Cie*, éditeurs, Paris, 1902-1903. (Prix : ? fr.).

Si, comme tous les agendas, cette petite publication devait être faite au commencement de l'année, elle est légèrement en retard. Le remède, heureusement, était facile ; il a été appliqué, et, le départ s'en faisant du mois de juillet pour chevaucher sur le second semestre de 1902 et sur le premier de 1903, le décalage s'en trouve rattrapé sans aucun dommage, d'ailleurs, pour les petits renseignements techniques et les adresses-réclames, véritable raison d'être et élément fondamental de son existence.

Abstraction faite de ce qui ne nous intéresse pas, ces renseignements techniques ne seraient pas plus mauvais que bien d'autres contenus dans nombre d'ouvrages de plus haute prétention, si l'auteur voulait bien y apporter d'un bout à l'autre, et même seulement à quelques lignes de distance, la moindre suite dans les appellations, termes et désignations. Qu'il s'y attache donc tout d'abord ; peut-être alors certaines incorrections lui sauteront-elles aux yeux et pourra-t-il, en les corrigeant, se susciter les lecteurs encore indéterminés qui y auront découvert les renseignements qu'ils ont précisément besoin d'avoir constamment à leur disposition. E. B.

La traction électrique par contacts superficiels du système Diatto, par Ch. Julius. — *Gauthier-Villars*, éditeur, Paris, 1902. (Prix : 2,75 fr).

Cette fois « La traction est bien au coin du quai » et « Le meilleur contact est le contact Diatto » sont les deux réclames qui pourraient, comme épigraphes, orner la couverture de cette petite monographie. Elle ne nous déplaît pas cependant en ce que, comme toutes ses congénères, elle nous donne, sinon des appréciations indépendantes, du moins une description exacte et détaillée, avec figures, planches et dessins cotés, du système qu'elle cherche à propager et en fournit la critique en en faisant ressortir tous les avantages. Il suffit de lire entre les lignes :

« L'appareil Diatto est un outil merveilleux [!] qui, « mis entre les mains de personnes qui savent s'en « servir [?], ne peut manquer [!] de rendre les services « les plus précieux. D'un prix de revient relativement [?] « peu élevé, d'un entretien qui, tout en étant plus cher « que celui des lignes de trolley, reste dans des limites « très raisonnables [?], son application paraît tout indi- « quée là où il s'agit de combler à l'intérieur des villes « [c'est-à-dire quand on ne peut pas faire autrement] des « lacunes dans les réseaux de fils aériens ; mais il serait « évidemment excessif de le préconiser pour des lignes « de banlieue ou pour celles où la faiblesse du trafic « oblige à réduire au strict minimum toute dépense « d'exploitation [et surtout d'installation].

« L'expérience de Paris a jeté une lumière très vive « sur les écueils qu'il convient d'éviter; nous avons « insisté sur toutes les précautions à prendre et nous « avons la certitude qu'aucune d'elles ne sera trouvée « inutile. Il en est d'ailleurs du système Diatto comme « de toute entreprise industrielle : il faut savoir profiter « des leçons du passé pour assurer la réussite dans « l'avenir. »

Nous sommes tout à fait de cet avis; mais pour un pavé d'ours, si c'en est un, il est gracieusement lancé.

E. B.



CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie continentale Edison. — RAPPORT PRÉSENTÉ PAR LE CONSEIL D'ADMINISTRATION *à l'Assemblée générale ordinaire du 6 mai* 1902. — Nous avons l'honneur de soumettre à votre approbation, conformément aux articles 28 et 36 des Statuts, le Bilan et les Comptes de l'Exercice 1901.

Au cours de l'année, nous avons recruté 712 abonnements nouveaux, représentant 30 481 lampes de 10 bougies. L'ensemble des lampes alimentées dans le secteur correspondait exactement, au 31 décembre 1901, à 266 927 pour 3 842 abonnés.

Nos recettes brutes ont atteint en 1901 le chiffre de	5 827 705,05 fr.
Elles n'avaient été en 1900 que de	5 629 753,11
D'où une augmentation de	197 951,94 fr.

Les progrès de notre entreprise, sans être aussi considérables que l'an dernier, n'en suivent donc pas moins une marche ascensionnelle satisfaisante.

L'exploitation de nos usines s'est continuée dans des conditions normales et régulières. Le prix élevé des marchés de charbon passés à l'automne de 1900 a pesé sur les prix de revient; mais de nouveaux contrats assurent des conditions notablement meilleures pour l'Exercice 1902.

Notre usine de Saint-Denis sera bientôt achevée. Elle compte quatre groupes électrogènes de chacun 1000 kilowatts. Les deux premiers, dont la fourniture a donné lieu, avec le constructeur, à des difficultés encore en suspens, ont pu être mis en service cet hiver. Quant aux deux autres, dont nous vous annoncions la commande l'année dernière, leur montage est très avancé. Au mois d'octobre, les quatre groupes fonctionneront normalement, et nous pourrons alors supprimer progressivement les usines de l'intérieur de Paris qui seront transformées en sous-stations de distribution. Il en résultera une économie appréciable dans l'exploitation.

La prolongation éventuelle des concessions d'électricité n'a pas encore reçu de solution. Il est à espérer que, dans l'intérêt bien compris des consommateurs, la Ville de Paris s'en occupera prochainement.

Sur les produits de l'exploitation de 1901, nous avons affecté à la dépréciation des différents chapitres de notre Actif, dont vous savez que la majeure portion doit faire retour à la Ville, une somme de 1 584 670,32 fr.

Et nous soldons les comptes de l'exercice par un bénéfice de 839 684,66 fr.

Voici, Messieurs, l'analyse du Bilan et du compte de Profits et Pertes :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1900

Actif.

Espèces en caisse ou en banques et effets en portefeuille	1 253 666,92 fr.
Comptes débiteurs, comprenant les abonnés et les acheteurs	846 878,12
Rentes françaises, actions et obligations en portefeuille ou en cautionnements	2 173 226,95
Immeubles :	
Trudaine, terrain	420 145,15
— constructions	94 910,30
Saint-Denis, terrain	369 576,95
Marchandises en magasin et travaux en cours au siège social ou dans les stations centrales	371 498,76
Stations centrales, théâtres et installations d'électricité	8 450 609,41
Loyers d'avance, installation et mobilier du siège social	16 351,00
Impôts et droits de transmission à recouvrer	52 924,46
Total de l'actif	14 029 846,02 fr.

Passif.

Capital social	10 000 000,00 fr
Réserve légale et fonds d'amortissement du capital	361 308,30
Comptes créditeurs	2 782 981,93
Redevance due aux parts de fondateurs et dividendes restant à payer aux actions	21 699,85
Compte de Profits et pertes :	
Report de l'exercice 1900	24 171,28
Bénéfice net de l'exercice 1901	839 684,66
Total égal à l'actif	14 029 846,02 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Crédit.

Intérêts des fonds disponibles	27 326,08 fr.
Produits des valeurs de portefeuille	68 796,35
Bénéfice d'exploitation des stations centrales, théâtres et installations d'électricité	2 873 094,50
Divers	20 467,93
Total	2 989 684,86 fr.

Débit.

Frais généraux	108 520,28 fr.
Redevance aux parts de fondateur	6 202,00
Amortissements et dépréciations	1 584 670,32
Participation de la Société civile fondée par les créateurs de la station Drouot	443 927,15
Divers	6 680,45
Bénéfice net	839 684,66
Total	2 989 684,86 fr.

De ce bénéfice net de	839 684,66 fr.
Il y a lieu de déduire pour la réserve légale 5 pour 100	41 984,23
	797 700,43
En y ajoutant le report de l'exercice 1900	24 171,28
On obtient un total de	821 871,71
Sur lesquels il y a lieu de prélever d'abord l'intérêt de 6 pour 100 aux actions	600 000,00
Reste	221 871,71
Sur ce surplus, nous vous proposons de répartir, dans les proportions indiquées à l'article 43 des statuts :	
15 pour 100 pour le Conseil d'administration	30 000,00
50 pour 100 pour les actionnaires comme dividende supplémentaire	100 000,00
35 pour 100 pour les parts de fondateur	70 000,00
Et de reporter à l'exercice 1902, le reliquat de	21 871,71 fr.

La part revenant aux actions sera ainsi de 600 000 + 100 000 = 700 000 fr, soit 35 fr par action sur lesquels un acompte de 15 fr a été distribué au 1er janvier 1902. Il revient un solde de 20 fr par action (sous déduction de l'impôt) payable à partir du 1er juillet 1902.

Les parts de fondateur auront à se partager :

Le montant des redevances acquises conformément à l'article 42 des statuts	6 202,00 fr.
La part leur revenant en vertu de l'article 43	70 000,00
Total	76 202,00 fr.

Soit pour chacune des 14 000 parts 5,44 fr à payer le 1er juillet 1902, sous déduction de l'impôt.

Conformément à l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, nous avons soumis à vos commissaires un compte rendu spécial des opérations que vous nous avez autorisés à faire avec les différentes Sociétés représentées par quelques-uns de vos administrateurs.

Les membres sortants du Conseil sont MM. Adrien BÉNARD, Léon BRUNEAU, Louis RAU et Émile RICHEMOND. Aux termes de l'article 17 des statuts, ils sont rééligibles.

Vous aurez également à nommer deux commissaires pour l'année 1902.

RAPPORT DES COMMISSAIRES *sur l'Exercice* 1901. — Votre dernière Assemblée nous a fait l'honneur de renouveler notre mandat en nous confiant la vérification des comptes de l'exercice 1901.

Nous avons en conséquence procédé au contrôle des écritures de votre Compagnie, que nous avons trouvées d'une correction et d'une clarté parfaites, et nous venons aujourd'hui vous exposer le résultat de cet examen, qui a visé également le compte de Profits et Pertes et le Bilan.

Les états d'inventaire, dont nous avons reçu communication, justifient le chiffre des existences porté au Bilan et le pointage des comptes courants nous a permis de constater la régularité des comptes ouverts aux Sociétés représentées par certains de vos administrateurs.

Le compte de *Profits et Pertes* se résume ainsi :

En Recette, les produits provenant des ventes, travaux, stations et installations diverses, valeurs de portefeuille, intérêts et change, bénéfice sur vente de la propriété d'Ivry, s'élèvent au total de	2 989 684,86 fr.
En Dépense, il faut compter les frais généraux, la participation de la Société civile et divers autres pour ensemble	565 329,88
D'où un bénéfice de	2 424 354,98
Dont il y a lieu de déduire pour les amortissements pratiqués sur le matériel et les constructions	1 584 670,32
Il reste donc un bénéfice net (que le bilan ci-après va confirmer) de	839 684,66

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1901

Actif.

Fonds disponibles :	
En caisse et en banque	318 002,07 fr.
En reports	915 160,00
Valeurs de portefeuille dont nous avons constaté l'existence au 31 décembre 1901 :	
Dépôts en banque de 42000 fr rente 3,5 pour 100; 15000 fr rente 3 pour 100 perpétuelle; 1500 fr rente 3 pour 100 amortissable, et 25 parts de la Société civile en participation.	1 779 266,85
Dépôts de cautionnements : 115 1/4 obligations ville de Paris; 10500 fr de rente 3 pour 100 perpétuelle	393 521,15
En portefeuille : 1121 parts de fondateur de la Compagnie Continentale Edison; et 25 actions de la Société électrique de Poitiers	498,95
Ce compte s'est augmenté en 1901 de l'achat de 21000 fr de rente 3,5 pour 100, et diminué d'autre part de 10 actions de la Compagnie électrique de la Loire et 19 parts de la Société dijonnaise réalisées avec un bénéfice de 5075 fr.	
Comptes-courants débiteurs :	
Fourniture d'éclairage, marchandises, travaux en cours, etc.	648 570,64
Loyers à recevoir	6 146,75
Divers autres	192 665,58
Immeubles :	
Terrain et constructions de l'avenue Trudaine, ces dernières dépréciées de 8000 fr.	515 053,45
Terrain de Saint-Denis.	369 576,95
Ce compte se trouve diminué de la part revenant à la Compagnie dans la propriété d'Ivry, vendue au cours de l'année avec un bénéfice de 7873,92 fr et dont le prix, payable par terme, est compris dans les comptes courants débiteurs divers.	
Marchandises en magasin	371 498,76
Loyers payés d'avance.	16 350,00
Installation du siège social :	
Ramenée après dépréciation de 3441,10 fr à .	1.00
Impôts sur titres à recouvrer	52 924,46
Stations centrales, théâtres, installations d'électricité, évalués après un amortissement de 1573229,22 fr à	8 450 609,41
Total de l'actif	14 029 846,02 fr.

Passif.

Capital social	10 000 000,00 fr.
Réserve légale, augmentée de son attribution en 1901	319 065,60
Fonds d'amortissement du capital, sans variation	11 342,70
Société civile pour le recouvrement d'une participation au bénéfice net du réseau Edison	695 503,15
Créanciers divers :	
Dépôts de garantie des abonnés	692 912,85
Fournisseurs	1 065 455,52
Dividendes arriérés aux actions	12 017,51
Loyers à payer et perçus d'avance	22 398,95
Redevances à la ville de Paris et aux parts de fondateurs	140 355,14
Créances et dépenses au 31 décembre 1901	176 038,66
Profits et pertes :	
Reliquat de 1900	24 171,28
Bénéfice de 1901 pour balance	839 681,66
Total égal à l'actif	14 029 846,02 fr.

En résumé, les écritures sociales et le Bilan qui en résulte, traduisent fidèlement la situation de votre Compagnie au 31 décembre 1901 et nous vous proposons, Messieurs, d'approuver les comptes tels qu'ils vous sont présentés par votre Conseil d'administration.

RÉSOLUTIONS. — *Première résolution.* — L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires, approuve dans toutes leurs parties le rapport et les comptes de l'exercice 1901, tels qu'ils sont présentés par le Conseil d'administration.

Deuxième résolution. — L'Assemblée générale :

1° Fixe à 35 fr (sous déduction de l'impôt établi par la loi de finances), le dividende de chacune des 20 000 actions, soit net : par action nominative 33,60 fr et par action au porteur 32,19 fr.

2° Décide qu'il sera payé le 1er juillet prochain, pour solde (déduction faite de l'acompte payé le 1er janvier 1902), par action nominative 19,20 fr et par action au porteur 18,50 fr.

3° Décide de reporter à l'exercice 1902 le reliquat de 21 871,71 fr.

4° Et fixe à 5,44 fr (sous déduction de l'impôt établi par la loi de finances) la somme revenant à chacune des 14 000 parts de fondateur, soit net : 5,225 fr par titre nominatif et 5 fr par titre au porteur payable le 1er juillet prochain.

Troisième résolution. — L'Assemblée générale, procédant au remplacement des membres sortants du Conseil, nomme de nouveau administrateurs pour six ans, MM. Adrien BÉNARD, Léon BRUNEAU, Louis RAU et Émile RICHEMOND.

Quatrième résolution. — L'Assemblée générale nomme MM. GIBERT et JUTET, commissaires pour l'exercice 1902, avec faculté pour chacun d'eux de procéder séparément en cas d'empêchement de l'autre, et fixe la rétribution de chaque commissaire à 1000 fr.

Cinquième résolution. — L'Assemblée générale autorise en tant que de besoin les membres du Conseil d'administration à prendre ou à conserver un intérêt direct ou indirect dans des entreprises ou marchés faits avec la Compagnie continentale Edison ou pour son compte dans les conditions prévues par l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

48 896. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 258. 25 Septembre 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

SUPPLÉMENT

Carte de la distribution d'énergie électrique dans le département de l'Aude réalisée par la *Société méridionale de Transport de force* et équipée par la *Société d'Applications industrielles.*

INFORMATIONS

Le congrès de la houille blanche. — Le premier congrès de la houille blanche, organisé par le *Syndicat des propriétaires et industriels possédant ou exploitant des forces motrices hydrauliques*, et qui s'est ouvert à Grenoble le 7 septembre, pour se disloquer à Chamonix le 15 septembre, a réussi bien au delà des prévisions les plus optimistes du Comité d'organisation. C'est qu'en effet les questions soumises au congrès et les visites intéressantes auxquelles il a servi de prétexte constituaient des attractions séduisantes pour les ingénieurs mécaniciens et électriciens, les industriels, les législateurs, les politiciens, aussi bien que pour les amateurs, fort nombreux, de belle nature et de cordiale hospitalité. Plus de 550 adhérents ont répondu à l'appel du Comité d'organisation, et comme la plupart des adhésions ne sont parvenues, comme d'habitude, que pendant les derniers jours et même à la dernière minute, c'est un véritable tour de force qu'ont accompli les organisateurs en assurant le gîte et le couvert aux 500 membres qui se pressaient à la séance d'ouverture le 7 septembre, et dont plus de 300 assistaient encore à la séance de clôture à Chamonix. Nous devons donc, avant tout, féliciter le Comité d'organisation, et, en particulier, son président, M. Pinat, directeur des forges d'Allevard, dont le congrès a reconnu les efforts et le dévouement en le nommant, par acclamation, président effectif du Congrès.

Le bureau a été constitué comme suit :

Présidents d'honneur : MM. *Guillain*, ancien ministre des colonies, inspecteur général des ponts et chaussées, vice-président de la Chambre des députés. — *Hanotaux*, ancien ministre des Affaires étrangères, membre de l'Académie française. — *Boncourt*, préfet de l'Isère. — *Jay*, maire de la ville de Grenoble. — *Noblemaire*, directeur de la Compagnie des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée. — *Dubost*, ancien ministre, sénateur. — *Vogeli*, député. — *Brenier*, président de la Chambre de commerce. — *Philippe*, directeur de l'hydraulique au Ministère de l'agriculture. — *Harlé*, président de la Société internationale des électriciens. — *Aristide Bergès*, industriel à Lancey, premier apôtre de la houille blanche.

Président : M. *Pinat*.

Vice-présidents : MM. *Meyer*, conseiller général de l'Isère, ancien député. — *Coignet*, vice-président de la Chambre de commerce de Lyon. — *Cornuault*, ingénieur E. C. P. — *Bernheim*, vice-président du Syndicat des usines d'électricité.

Secrétaires : MM. *Octave Michoud*, *Reymond*, *Côte*, rédacteurs en chef de la *Houille blanche*. — *Fontaine*, secrétaire général du Syndicat des usines d'électricité.

Trésorier : M. *Charpenay*, banquier.

L'énumération des communications présentées et des communications faites devant les deux sections, économique et technique, dans lesquelles le congrès s'est divisé, ne présenterait aucun intérêt pour nos lecteurs. Nous espérons pouvoir décrire prochainement en détail les principales usines que nous avons visitées, et faire ressortir, pour chacune d'elles,

les points importants et les caractères de nouveauté qu'elles présentent.

L'impression générale qui se dégage pour nous de l'ensemble de ces visites, est que, dans bien des cas, on a exécuté d'importants travaux hydrauliques, mécaniques et électriques, sans se préoccuper suffisamment des applications que l'énergie mécanique ou électrique produite par la houille blanche pourrait recevoir. Les causes de cette situation économique sont multiples : les principales paraissent être le marasme général actuel de l'industrie, la situation spéciale faite aux usines fabriquant le carbure de calcium par le monopole de fait créé par les décisions des tribunaux en faveur des propriétaires des brevets de M. Bullier, et, peut-être aussi, il faut bien le dire, par le caractère relativement peu industriel des régions favorisées de l'agent moteur qu'est la houille blanche. Nous pourrions citer telle entreprise de transport créée dans le Dauphiné, et utilisant une chute d'eau pour laquelle les recettes brutes atteignent à peine 10 pour 100 du capital engagé. Ce sont là des conditisns peu favorables, on le conçoit, à une exploitation rémunératrice.

Il semble qu'on ait un peu pris la théorie de Darwin à l'envers, en créant l'organe avant la fonction, bien que cependant l'existence de cet organe ne puisse que contribuer à développer rapidement cette fonction. Une industrie qui, par contre, nous a paru assez florissante, et dont nous ignorions l'existence avant notre voyage dans le Dauphiné, est celle des *Entrée interdite*. Un aimable commissaire — ils l'étaient tous — a bien voulu dissiper notre erreur, en nous expliquant que ces mots fatidiques, et si souvent répétés, devaient être pris à la lettre, et qu'ils avaient pour but de protéger des indiscrétions des congressistes certaines industries électrochimiques dont on aurait pu, pendant les visites, surprendre les tours de main ou les secrets de fabrication. Ces cachoteries sont réellement bien inutiles, car chacun sait que les secrets de fabrication ne se saisissent pas facilement au cours d'une visite rapide, lorsque deux ou trois cents visiteurs circulent autour des appareils. Ceux qui veulent réellement prendre ou surprendre des secrets de fabrication emploient des moyens plus détournés, mais aussi plus efficaces qu'une visite en corps. Pour rendre hommage à la vérité, nous devons déclarer que ces interdictions trop souvent répétées, ont causé des déceptions à certains visiteurs, dont la plupart n'étaient tentés, d'ailleurs, que par l'attrait du fruit défendu. Mais la cordialité de l'accueil, les beautés de la nature et l'appétit développé par ces visites, quelquefois fort matinales, ont fait oublier aux Congressistes ces petites contrariétés, et c'est, en somme, un grand succès qu'a remporté le Congrès de la houille blanche. Puisse-t-il contribuer à faire naître des applications nouvelles et des débouchés impatiemment attendus par les pionniers de la nouvelle industrie dont Aristide Bergès fut à la fois le prophète, l'apôtre et le parrain.

Un chemin de fer électro-pneumatique. — Les recherches poursuivies de différents côtés pour la traction des chemins de fer électriques conduisent quelquefois à des solutions bien originales, et c'est parmi ces solutions que vient se ranger le projet qu'un ingénieur américain bien connu, M. Bion J. Arnold, vient de présenter au récent meeting tenu à Barrington par *The American Institute of Electrical Engineers*. Ce système, auquel il donne le nom d'électro-pneumatique, est constitué, en principe, par un moteur à courants alternatifs simples ou polyphasés, monté directement sur le véhicule, et d'une puissance égale à la puissance moyenne nécessaire pour effectuer la traction. Ce moteur tourne d'une façon continue, à vitesse angulaire et à charge constantes, et, par suite, dans les meilleures conditions de rendement.

On fait varier la vitesse du véhicule en agissant sur les vitesses relatives des deux organes du moteur, l'inducteur et l'induit, rendus tous deux mobiles, par l'intermédiaire de l'air comprimé, qui est utilisé à la fois comme réservoir d'énergie dans les rampes, dans les bifurcations, lorsque les connexions avec l'usine génératrice sont interrompues, et comme moyen de freinage à récupération. Par cette méthode, l'auteur assure au véhicule toutes les vitesses comprises entre zéro et la vitesse maxima, vitesses qui ne correspondent pas au synchronisme du moteur. Les vitesses inférieures à ce synchronisme sont obtenues par fonctionnement du système en compresseur; en renversant la fonction du compresseur, on obtient des vitesses au-dessus du synchronisme, le compresseur fonctionnant en moteur, pour des distances raisonnables. Ce dispositif donne au moteur à courants alternatifs, l'élément de vitesse variable absolument nécessaire pour son emploi pratique, car il permet à un train de remonter une rampe à une vitesse quelconque avec le moteur travaillant à pleine puissance à rendement maximum. En descente, le moteur peut utiliser sa pleine puissance prise sur la ligne en comprimant de l'air, ou comprimer cet air en utilisant l'énergie gravitique du train, en agissant comme un frein.

Par l'emploi d'une réserve d'énergie sous forme d'air comprimé, chaque véhicule devient une unité indépendante, et peut, en cas d'interruption momentanée du courant sur la ligne, parcourir une certaine distance sans contact avec le conducteur et sans l'emploi d'accumulateurs.

Comme le moteur peut être alimenté par des courants alternatifs simples, avec un seul fil de trolley et un conducteur de retour, on peut lui appliquer le système de prise de courant par troisième rail, central ou latéral, actuellement employé sur la plupart des lignes de chemins de fer électriques.

Le dispositif permet d'utiliser des tensions quelconques (la ligne d'expérience de 32 kilomètres de longueur équipée par l'auteur fonctionnera à 15 000 volts). Un transformateur disposé sur la voiture réduira la tension à la valeur pratique (200 volts dans le cas particulier).

Par le fait que le moteur est à vitesse et à puissance constantes pendant la marche et pendant l'arrêt du véhicule, on élimine la charge variable à la sous-station génératrice, et on réduit dans une large mesure l'importance et le coût du matériel imposés par les variations de cette charge avec le système ordinaire. De plus, grâce à l'emploi de l'air comprimé, chaque véhicule peut développer sur les roues un couple moteur beaucoup plus grand, eu égard à la puissance du moteur, que celui développé dans tout autre système actuellement connu.

M. Arnold invoque, en faveur de son système, les avantages suivants :

Suppression de tous les postes de transformation à commutatrices, et des frais d'entretien et de surveillance qu'elles entraînent.

Absorption et restitution ultérieure d'une grande quantité d'énergie qui se serait dissipée dans les freins avec les systèmes ordinaires.

Réduction des frais de premier établissement des lignes de chemins de fer à grande distance, rendant ainsi possible, techniquement et industriellement, l'équipement électrique de lignes qui ne sauraient l'être sans ce procédé, et ouvrant ainsi un nouveau débouché à l'industrie électrique.

Nous avons reproduit aussi fidèlement que possible les éléments essentiels du système préconisé par M. Bion Arnold, mais nous croyons juste de faire toutes réserves, jusqu'à plus ample informé, sur sa valeur pratique, à cause des complications nombreuses apportées par l'emploi de l'air comprimé, et du mauvais rendement qui caractérise ce réservoir d'énergie.

Nous ne saisissons pas très bien non plus les dispositions particulières de ce moteur électrique dont l'inducteur et l'induit, mobiles tous deux, sont reliés à un compresseur d'air actionnant les roues. Nous attendrons donc une communication plus explicite et de nouveaux détails avant d'émettre une opinion sur un système dont nous ne connaissons encore que l'économie générale.

Télégraphie multiple par résonance. — On sait, depuis les travaux de M. Pupin sur la résonance, que l'impédance d'un circuit aux courants alternatifs d'un circuit constitué par une résistance R, une self-induction L et une capacité C se réduit à la simple résistance de ce circuit lorsque la pulsation ω de ce courant alternatif est telle que la relation $\omega^2 LC = 1$ soit satisfaite. Dans des brevets déjà anciens, puisqu'ils datent respectivement de 1894 et 1897, mais qui n'ont été délivrés que tout récemment en Amérique, M. Pupin a signalé d'intéressantes applications de ce phénomène de résonance à la télégraphie multiple. Parmi les nombreux dispositifs décrits, nous mentionnerons seulement celui qui nous paraît le plus simple et le plus directement applicable, non seulement à la télégraphie, mais encore, dans une certaine mesure, à la transmission de l'énergie.

Concevons un circuit conducteur fermé sur lui-même et dans lequel sont intercalées un certain nombre de bobines. Les n premières bobines constituent des bobines primaires, et les n autres des bobines secondaires correspondantes. Les enroulements primaires des n premières bobines sont reliés à un nombre égal d'alternateurs ayant chacun une fréquence déterminée et invariable. A l'aide d'un interrupteur, on peut relier à volonté chacun de ces primaires à son alternateur et provoquer ainsi dans le circuit des forces électromotrices alternatives d'une fréquence déterminée. La bobine secondaire correspondante agit sur un circuit constitué par un condensateur et une bobine d'induction dont le secondaire est relié à un téléphone. En proportionnant convenablement les bobines et la capacité, on peut mettre le circuit en résonance avec le courant alternatif de fréquence correspondante. Le téléphone fait alors entendre un son intense chaque fois que l'on appuie sur la clef du générateur correspondant, alors qu'il reste muet, ou sensiblement tel, pour des courants dont la fréquence est supérieure ou inférieure à celle pour laquelle ce circuit résonne.

Pour obtenir de bons résultats, il faut éviter l'emploi du fer dans les bobines d'induction et employer des circuits secondaires récepteurs aussi peu résistants que possible. Les bobines doivent avoir la plus grande self-induction possible, et les condensateurs doivent comporter un ajustement facile, obtenu par un fractionnement très petit de leurs éléments. Après un ajustement préalable grossier de la résonance des circuits conjugués, on parachève cet ajustement en modifiant la fréquence des différents alternateurs, ce qui est facile si ces alternateurs sont contitués par des oscillateurs électromagnétiques.

L'intérêt du système préconisé par M. Pupin réside dans le fait qu'il ne comporte, aux différents postes récepteurs, aucun organe synchrone en mouvement. En dehors de la télégraphie proprement dite, nous entrevoyons la possibilité d'application du système à la transmission de signaux d'ordre dans les mines, les chemins de fer, et dans tous les cas où un poste central unique doit envoyer des indications précises et différentes à plusieurs points reliés entre eux par un circuit unique. Le système de M. Pupin montre, en tout cas, une fois de plus, les résultats utiles que les recherches scientifiques et le raisonnement mathématique peuvent produire dans l'industrie et la pratique.

Compteurs de puissance fictive. — On sait l'influence pernicieuse que présente pour les stations centrales de production d'énergie électrique le déphasage, quelquefois très important, du courant fourni sur la tension, ou, plus exactement, la fourniture d'une puissance déterminée avec un faible facteur de puissance. Pour remédier à cet inconvénient, on a cherché à réduire le plus possible ce déphasage par l'emploi de moteurs asynchrones surexcités, et, plus récemment, par l'emploi de moteurs asynchrones dont le facteur de puissance est voisin de l'unité à toutes charges. Dans un récent numéro de *The Electrical World and Engineer*, M. Budd Frankenfield propose une solution plus radicale, et qui consiste à faire usage de *deux* wattmètres, dont l'un intègre la puissance *réelle*, et l'autre la puissance *fictive*, ou l'impuissance, si improprement dénommée la puissance sans watts. En faisant payer au consommateur, d'après un tarif à établir, l'énergie réelle, la seule utile, et l'énergie fictive qui grève inutilement le producteur, on obtiendrait ce double résultat, de faire payer au consommateur ce dont il charge effectivement l'usine, et de l'inciter à faire usage d'appareils dont le facteur de puissance serait le plus élevé possible.

Les dispositions à donner au compteur d'énergie fictive sont des plus simples. S'il s'agit de courants diphasés, il suffit d'employer un compteur comportant un simple équipage, d'intercaler la bobine à gros fil dans l'un des circuits, et de brancher la bobine à fil fin en dérivation sur le second circuit. Dans ces conditions, le compteur intègre la puissance fictive. Pour les courants triphasés également chargés, il faut, soit déphaser le courant de un quart de période dans le fil fin de chacun des deux bobinages du compteur à l'aide d'un condensateur ou d'un transformateur, soit modifier le couplage des deux bobinages. Dans le cas d'un enroulement en étoile, les deux gros fils sont intercalés en tension sur l'un des trois fils a, le bobinage à fil fin de l'un des compteurs est monté en dérivation entre les deux autres fils b et c, le second bobinage à fil fin est établi entre le premier fil a et le point neutre. Lorsque l'appareil d'utilisation est monté en triangle, on fait le même montage en créant un point neutre artificiel.

Dans le cas où l'on veut seulement déterminer les puissances, le même wattmètre peut servir à la détermination de la puissance réelle et de la puissance fictive par une simple modification des connexions, à l'aide d'un commutateur approprié. Comme conséquence, on peut déterminer le facteur de puissance d'un appareil d'utilisation en le déduisant des deux puissances, réelle et fictive, déterminées comme nous venons de l'indiquer.

Nous ignorons comment les consommateurs accueilleront le compteur d'énergie fictive, si jamais quelque exploitant ose en faire l'application, mais il n'en est pas moins logique et rationnel, car il est particulièrement injuste de faire payer le même prix à deux consommateurs qui, pour la même quantité d'énergie utilisée et payée, constituent des charges très inégales sur les réseaux ainsi que sur le matériel.

Poor Faraday! — Profitons de nos derniers jours de vacances pour faire savourer à nos lecteurs une merveilleuse invention que nous découvrons chez un de nos confrères, généralement mieux renseigné. Faraday en tressaillira dans sa tombe.

« *Bobine d'induction Maiche.* Brevet français n° 315 110 du « 18 octobre 1901. — Il est d'usage général d'enrouler suc- « cessivement les fils inducteur et induit dans le même sens; « or l'enroulement de ces fils en sens inverse procure d'ex- « cellents résultats lorsque la bobine d'induction est pourvue « d'un trembleur spécial à vibrations extrêmement rapides. « Le courant induit qui se développe dans un fil enroulé dans « le même sens que le fil inducteur est de sens contraire à « celui du courant inducteur. Le magnétisme développé dans « le faisceau sous l'action des deux courants est donc inverse, « et c'est la différence de ces actions qui est sensible. Géné- « ralement, les deux fils offrent une grande différence de « longueur, le fil induit présente une résistance plus grande « et son circuit est presque toujours ouvert pour le passage « de l'étincelle; dans ces conditions, le courant induit ne « peut agir avec assez d'énergie pour que l'importance de son « influence nuisible soit constatée. Mais lorsque l'on utilise « le courant induit dans une résistance relativement faible « (conducteur télégraphique ou téléphonique), on reconnaît

« vite que le rendement de transformation baisse dans des « proportions considérables. Dans la nouvelle disposition de « la bobine, le courant induit est de même sens que le cou« rant inducteur, il agit de la même manière que ce dernier « sur le faisceau magnétique, et, comme l'action inductrice « est instantanée comme le contact lui-même, l'absence de « réaction inverse laisse prendre au magnétisme toute l'in« tensité que le courant induit est susceptible de faire naître. « Cet effet est d'autant plus remarquable que l'appareil « auquel on applique ce système d'enroulement nécessite un « plus grand nombre d'interruptions par unité de temps. On « est amené à adapter à la bobine un interrupteur qui per« mette de porter le nombre des interruptions à un chiffre « très élevé par minute. La pièce vibrante des trembleurs « que l'on appelle marteau est remplacée par une membrane « en substance magnétique de forme quelconque, plus ou « moins épaisse et très étendue comme la lame vibrante d'un « récepteur téléphonique. Cette membrane est disposée « devant l'une des extrémités du faisceau magnétique con« stituant le noyau de la bobine. En regard du pôle du fais« ceau et de l'autre côté de la membrane, est disposé le « contact fixe réglable au moyen d'un pas de vis qui permet « de l'amener contre la membrane. Les deux points de contact « peuvent être en platine iridié ou charbon. La membrane « ainsi disposée se trouve dans les meilleures conditions pour « vibrer sous l'influence de l'aimantation et de la désaiman« tation du noyau; elle n'a aucune vibration propre, et lors« qu'un courant électrique parcourt l'inducteur, le contact « de réglage, la membrane et retourne à la source d'électri« cité, le nombre de vibrations est proportionnel à la rapidité « des changements magnétiques qui se produisent dans le « faisceau. Il est évident que moins l'étendue des vibrations « sera grande, plus le nombre en sera considérable. Pour ce « motif, la membrane devra avoir des dimensions et une « masse aussi réduite que possible; les diamètres de la mem« brane sont ordinairement compris entre quelques milli« mètres et un centimètre. La membrane vibrante peut être « en verre; il suffit, dans ce cas, de relier la membrane par « un fil conducteur souple faisant parvenir le courant à une « petite masse magnétique fixée en son centre. La bobine « ainsi établie permet d'obtenir des courants induits de très « courte durée; elle sert à transformer le courant d'une pile « en un courant alternatif d'un voltage assez élevé pour pro« duire l'éclairage; les interruptions sont assez courtes pour « que la lumière soit fixe. »

Nous voudrions ne pas commenter ce chef-d'œuvre, mais n'est-il pas navrant de penser que les théories que l'on vient de lire émanent d'un des inventeurs électriciens les plus prolifiques de ces 30 dernières années, *persona grata* dans certains milieux officiels, membre du Jury de l'Exposition internationale de 1900 (Groupe V, classe 23)? M. Maiche devrait bien relire les lois fondamentales de l'induction et essayer de les comprendre avant d'inventer à nouveau.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Le Puy. — *Éclairage.* — Nous apprenons que la municipalité du Puy s'occupe très activement de donner une solution à l'importante question de l'éclairage électrique de la ville.

Très prochainement, la Société sera mise en demeure de présenter un projet d'éclairage par l'électricité. Si elle s'y refuse, le Conseil poursuivra sa déchéance, puis mettra en adjudication l'éclairage électrique.

Massiac (Cantal). — *Éclairage.* — Dans une de ses dernières séances, le Conseil municipal de Massiac a délibéré sur la mise en adjudication de l'éclairage de la ville par l'électricité.

Lecture a été donnée du cahier des charges qui sera soumis aux adjudicataires, après approbation préfectorale. Le Conseil a adopté. La durée du bail est fixée à vingt ans, à partir du 1er février 1904. Le Conseil a décidé que l'adjudication aura lieu le premier dimanche de novembre prochain par voie de soumissions cachetées remises au Conseil municipal en séance publique.

Il faut convenir que l'installation projetée se présente sous les meilleurs auspices, car outre que l'on a pu mettre à profit les tâtonnements qu'ont nécessités le projet de Vic, l'Allagnon est sensiblement plus forte et plus régulièrement alimentée à Massiac, que ne l'est la Cère au trou de Gourniou. On aura donc une plus grande puissance motrice, tout en ayant moins d'énergie électrique à produire.

Rambervillers (Vosges). — *Éclairage.* — Il paraîtrait que M. Ch. Gass, ingénieur-électricien, cherche à réaliser à Rambervilliers un projet d'éclairage à l'électricité. D'actives démarches sont faites pour la constitution d'une Société, qui exploiterait la force motrice de l'usine des Battants. Ces démarches seraient en bonne voie.

Saint-Rambert-l'Ile-Barbe (Rhône). — *Traction électrique.* — Dernièrement le Conseil municipal de Saint-Rambert-l'Ile-Barbe a adressé au Conseil général une demande en concession d'une ligne de tramway électrique, à voie d'un mètre, de Lyon au pont de l'Ile-Barbe.

Cette affaire ne se présente pas dans les conditions ordinaires. D'une part, le dossier n'est pas constitué dans les formes prescrites, et, d'autre part, la commune demande, en sollicitant la concession, que la mise à l'enquête soit autorisée « lorsque la commune aura trouvé un rétrocessionnaire ». Du reste, diverses résolutions ont été adoptées déjà par l'assemblée départementale, par ses délibérations des 1er septembre 1899, 27 avril 1900 et 30 août 1901, en ce qui concerne l'établissement de lignes de tramways desservant non seulement la commune de Saint-Rambert-l'Ile-Barbe, mais encore les communes de Saint-Didier-au-Mont-d'Or, Limonest, Collonges-au-Mont-d'Or et Couzon.

Le Conseil est appelé à statuer sur le principe de la demande de la commune de Saint-Rambert-l'Ile-Barbe. Il décide de surseoir à toute autorisation de mise à l'enquête jusqu'au moment où la commune se sera elle-même conformée aux stipulations de la délibération qu'elle a prise à ce sujet.

ÉTRANGER

Turin. — *Station centrale.* — On nous signale une remarquable installation électrique, en voie d'exécution, qui va permettre de doter la ville de Turin d'une nouvelle et importante distribution d'énergie électrique.

Au pied du Mont-Cenis, on aménage une usine destinée à utiliser une chute d'eau de 9000 chevaux, pouvant aller à 12 000, par suite de la régularisation du lac du Mont-Cenis. Dans cette usine, trois groupes électrogènes, comprenant chacun une turbine de 1600 chevaux actionnant une dynamo de 1200 kilowatts, produiront du courant triphasé à 3000 volts. Plus tard, la puissance de cette usine pourra être doublée.

Pour transmettre économiquement ce courant jusqu'à Turin, sur une distance de 60 km, on élèvera sa tension à 30 000 volts. A l'arrivée à Turin, il sera, de nouveau, réduit à 3000 volts et distribué à cette haute tension pour la force motrice et l'éclairage.



DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

DANS LE DÉPARTEMENT DE L'AUDE

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE SAINT-GEORGES

EXPOSÉ. — Distribuer l'énergie électrique au moyen d'une usine génératrice unique, aussi bien pour la force motrice que pour l'éclairage, dans un département tout entier; couvrir ce département d'un réseau de lignes à haute tension; utiliser pour cela une chute d'eau située 70 km d'un centre de distribution d'où partent des dérivations ayant 30 et 40 km de longueur. Tel était le programme à remplir, tel est le projet qui vient d'être réalisé dans le département de l'Aude.

L'exécution d'une semblable installation correspond à un notable progrès de l'industrie électrique, et son fonctionnement depuis un an permet de tirer des conclusions de la plus haute importance au point de vue pratique.

Il n'existe actuellement, à notre connaissance du moins, aucune installation semblable en Europe, et peut-être même dans le monde entier, puisque le réseau actuel ne comprend pas moins de 400 km de canalisations à courant triphasé à haute tension, qu'il se développe tous les jours, et qu'une fois complété, il aura un développement de 600 km, avec des distances de 100 à 130 km entre l'usine génératrice et le point d'utilisation le plus éloigné. En tout cas, cette installation est la première de ce genre exécutée en France, et elle a été conçue et exécutée par M. Estrade, directeur de la *Société Méridionale de transport de force*, qui a confié la partie électrique et mécanique à la *Société d'applications industrielles*, laquelle a employé exclusivement le matériel électrique *Alioth* et s'en est tiré à son plus grand honneur.

Réseau de distribution. — Le réseau de distribution, dont le tracé est indiqué sur la carte encartée dans ce numéro, fournit le courant électrique à près de 100 communes d'importances diverses, mais représentant une population globale de 150 000 habitants.

L'usine génératrice est située dans les Corbières, à l'entrée des gorges de Saint-Georges, à 2 km d'Axat (fig. 1). Elle utilise une chute de l'Aude ayant un peu plus de 100 m de hauteur. — Un long feeder part de cette usine et aboutit, après un parcours de 70 km, au centre de distribution situé à Fabrezan, petit chef-lieu de canton du département de l'Aude. De ce centre de distribution partent trois dérivations principales, allant la première à Narbonne, à une distance de 30 km; la seconde à Carcassonne, à une distance de 35 km; la troisième à la Nouvelle, à une distance de 30 km. — Ces dérivations principales fournissent l'énergie directement en tous les points placés sur leur passage, mais elles servent surtout à alimenter les centres de distribution dans lesquels la haute tension est réduite en moyenne tension, et c'est de ces centres de distribution secondaires que rayonnent les lignes de distribution proprement dites. C'est ainsi que l'on peut voir sur la carte, Narbonne, centre de distribution, alimentant les environs de cette ville, Vinassan, Armissan, Salles et Fleury, ou encore Portel, centre de distribution alimentant Sijean, la Nouvelle, Peyriac de Mer, etc.; ou encore Carcassonne, centre de distribution alimentant les environs de cette ville, Pezens, Moussoulier, Bram, Pennautier, etc.

Choix de la tension. — Quand s'est présentée l'étude d'un semblable projet, il y a plus de quatre années (car l'exécution en fut retardée par suite de divers accidents et incidents), le point le plus délicat résidait dans le choix de la tension. On conçoit aisément que, pour des distances aussi grandes, il fallait une tension très élevée, présentant néanmoins toutes les garanties désirables aussi bien au point de vue des facilités de l'exécution qu'au point de vue de la bonne marche industrielle. L'emploi du courant triphasé s'imposait sans discussion possible et la fréquence adoptée fut celle de 50 périodes par seconde. Il fallait, de plus, adopter une tension en rapport avec la puissance à transporter et qui permît, en outre, de placer des transformateurs de puissance assez faible, puisque la distribution devait être très divisée. Enfin, il ne faut pas perdre de vue qu'il y a cinq années nos connaissances, en fait de haute tension, étaient beaucoup moins étendues qu'à l'époque actuelle.

L'usine Saint-Georges devait pouvoir fournir 3200 kw, mais l'installation première comportait seulement la production et la distribution de la moitié de cette puissance, soit 1600 kw. Dans ces conditions, on a considéré que la tension ne devait pas dépasser 20 000 volts. C'est celle que l'on a été conduit à adopter comme permettant le mieux de donner des garanties sérieuses tant pour le fonctionnement des lignes que pour la bonne construction de transformateurs de puissances relativement faibles qui devaient être prévus.

L'USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE SAINT-GEORGES

Barrage de prise d'eau. — Le barrage est établi sur la rivière d'Aude, à environ 60 km en aval de sa source, un peu en-dessous du village de Gesse, dans un endroit où la vallée, s'élargissant, permet d'avoir en amont du barrage un bassin assez grand pour la décantation. Cette décantation est très utile, car la rivière entraine avec elle, en suspension dans l'eau, des limons et des sables. Ces limons paraissent être composés en majeure partie de poussières de talc argileux, et les sables provenir des granits qui se trouvent en grande quantité dans le lit de la rivière sous forme de galets.

Le barrage en maçonnerie a un couronnement en granit taillé; il forme un déversoir de 40 m de longueur. Il possède deux vannes de décharge et une échelle à poissons. Lors de la construction un fait assez curieux s'est présenté. Le rocher existait de chaque côté de la rivière

et laissait supposer l'existence d'une cuvette de rocher d'un bord à l'autre ; il n'en a rien été au milieu par suite d'une faille. Il a fallu en cet endroit chercher le sable à 12 m de profondeur et y enfoncer des pieux.

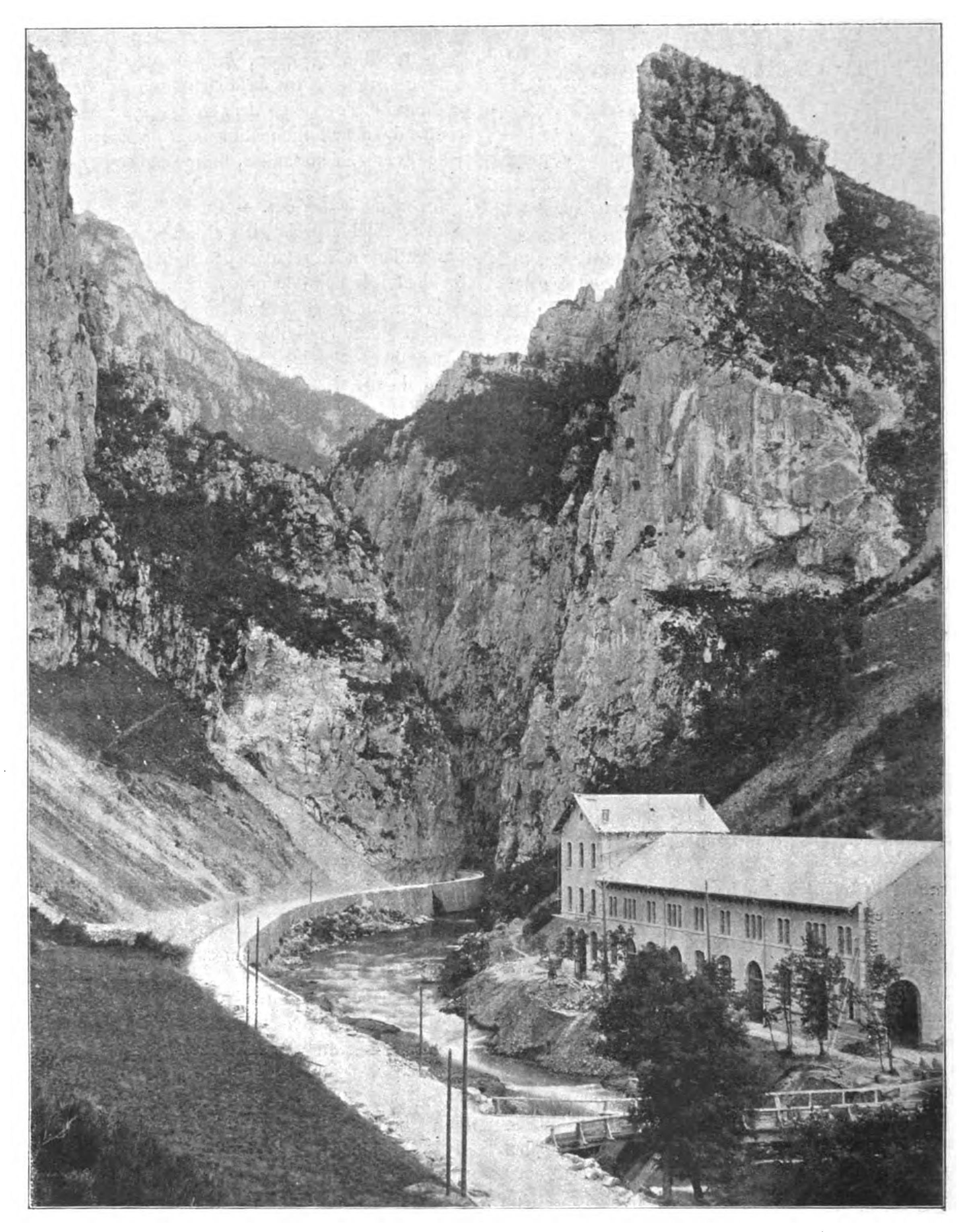


Fig. 1. — Usine génératrice à l'entrée des gorges de Saint-Georges.

Canal de dérivation. — Le débit de la rivière d'Aude est assez inégal, comme celui de toutes les rivières torrentielles. Pendant dix mois de l'année cependant, il n'est pas inférieur à 6 m^3 par seconde ; il tombe, pendant les deux autres mois, à 4500 litres par seconde. Malgré cela, en prévision de la réalisation d'un barrage réservoir dans la haute vallée de l'Aude, tous les travaux hydrauliques ont été faits pour un débit de 6 m^3 : s. C'est pour ce débit

que le canal d'amenée d'eau à l'usine a été prévu. Ce canal est souterrain sur la plus grande partie de son parcours d'une longueur totale de 5500 m : il a été percé sur le flanc de la montagne et les points d'attaque ont été aussi nombreux qu'il était nécessaire pour une exécution rapide des travaux. Lors du forage de cette galerie on a rencontré deux sortes de terrain, des terrains calcaires et des terrains schisteux. Dans les premiers, il a suffi d'un léger béton et d'un ciment lissé par-dessus pour constituer le canal, car les calcaires présentaient toute solidité. Il n'en fût pas de même dans le schiste ardoisé, qui est très solide lorsqu'il est à l'abri de l'air, mais qui devient très friable au contact de ce dernier; pour ces parties de souterrain, il a donc fallu maçonner une voûte surbaissée reposant sur des piédroits.

Fig. 2. — Canal d'amenée. Partie en ciment armé.

Dans une partie de son parcours, sur une longueur de 1500 m environ, le canal est à air libre et en ciment armé monté sur poteaux de même composition. Dans cette partie, la montagne n'offrait pas des apparences de solidité suffisante, et, de plus, la traversée d'une vallée nécessitait la construction d'un petit ouvrage d'art que l'emploi du ciment armé rendait très facile à exécuter. Cette partie du canal n'a causé jusqu'à présent aucun déboire; deux hivers avec fortes gelées ont cependant passé, sans causer le moindre dégât.

Le souterrain a une section sensiblement rectangulaire de 2 m sur 2 m, et une pente uniforme de 1,6 millième; dans la partie du canal en ciment armé la pente est un peu plus forte, ce qui a permis d'en réduire la section.

Chambre de retenue. — Conduites forcées. — A environ 200 m de l'usine se trouve un déversoir, et immédiatement après



Fig. 3. — Canal d'amenée. Traversée d'une vallée en ciment armé.

est située la chambre de retenue d'eau, origine des conduites forcées. Une grille et des vannes sont installées pour chacun des tuyaux sous pression, prévus au nombre de 4, et dont deux sont actuellement en place. Chacune



de ces conduites, composées de tubes en tôle d'acier de 1 m de diamètre, rivés par tronçon de 3 m de longueur, est suffisante pour laisser passer 1600 litres d'eau par seconde à la vitesse de 2 m par seconde.

La chute brute entre le niveau de l'eau dans la chambre de retenue et le niveau de l'eau dans le canal de fuite est de 101,4 m. La conduite a environ 160 m de longueur. A 12 m au-dessus de l'usine, chaque tuyau de un mètre se dédouble en deux tuyaux de 70 cm de diamètre alimentant chacun une turbine. Jusqu'à la bifurcation, la conduite est libre et peut glisser sur les piliers en maçonnerie qui la supportent. Pour permettre la dilatation au point de bifurcation, elle est maintenue par des chaises en fer ancrées dans un bloc de maçonnerie de 40 m³; et, afin de compenser les dilatations et contractions du tuyau avec la température, il a été prévu, près de la chambre de retenue, un joint de dilatation composé de deux demi-calottes en tôle d'acier. Pour éviter les coups d'eau qui se produisent lorsqu'il y a mélange d'air et d'eau, un reniflard, sorte de tube percé de trous qui permettent l'évacuation de l'air, a été pratiqué à la partie supérieure de chaque conduite. La visite des conduites est assurée par des trous d'homme placés de distance en distance. La perte de chargè est de 1,1 m dans chaque conduite lorsque le débit atteint 1600 litres par seconde et alimente deux des turbines de l'usine génératrice.

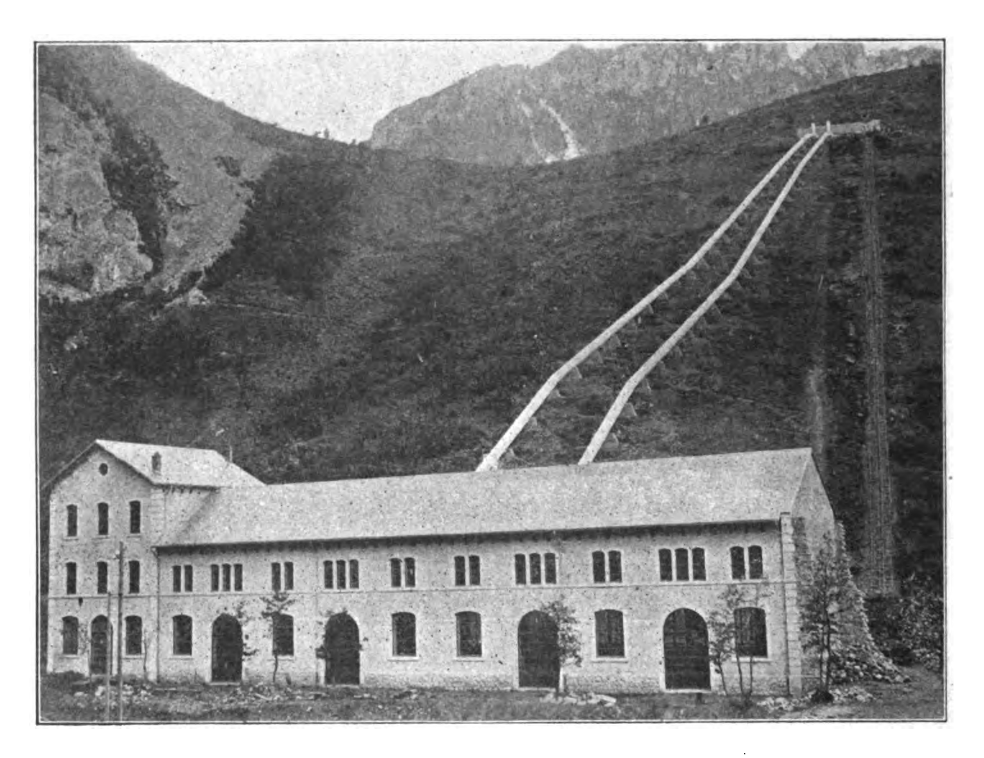


Fig. 4. — Vue de l'usine et des conduites forcées.

Station génératrice. — La station génératrice est composée d'un grand bâtiment rectangulaire flanqué à ses deux extrémités de deux pavillons; la partie centrale de l'usine contient les machines, turbines et alternateurs; les pavillons contiennent les transformateurs-élévateurs, les tableaux haute tension, l'atelier de réparation et quelques logements. Au point de vue des machines, l'usine est prévue pour 8 groupes électrogènes turbines et alternateurs de 800 chevaux. Actuellement, 4 groupes sont en place et en fonctionnement.

Turbines. — Les turbines de la Société des Ateliers de construction de Vevey sont à axe horizontal, tournent à 500 t : m et sont prévues pour développer normalement 800 chevaux. Ce sont des appareils du genre Pelton. Le distributeur a quatre orifices. Un tiroir cylindrique coulissant sur ce distributeur par l'intermédiaire d'un roulement à billes et commandé par le régulateur automatique de vitesse ou à la main permet la plus ou moins grande introduction de l'eau.

L'axe des turbines est à 3,5 m au-dessus du niveau de l'eau dans le canal de fuite; ces turbines ne peuvent pas fonctionner noyées. Néanmoins, cette hauteur de chute n'est pas perdue complètement : par suite d'un dispositif spécial qui laisse rentrer l'air et empêche la turbine de se noyer, il se maintient dans le tuyau d'échappement une colonne d'eau mélangée d'air produisant un vide relatif, et permettant de regagner une partie des 3,50 m de chute que, sans ce dispositif, il eût été impossible d'utiliser.

Chaque turbine est munie d'un régulateur automatique de vitesse, dont le fonctionnement est des plus satisfaisants. Ce régulateur est à servo-moteur hydraulique, utilisant pour cela l'eau sous pression de la chute, préalablement épurée par son passage à travers un filtre.

La variation de vitesse pour une différence de charge brusque de 50 pour 100 n'est pas supérieure à 4 pour 100, et pour 100 pour 100 est inférieure à 10 pour 100. Mais les changements brusques de charge pouvaient créer des surpressions dans les conduites forcées et donner lieu à des coups de bélier ; il n'en est rien : par suite de la

Fig. 5. — Vue d'une unité génératrice de 600 kilowatts.

présence d'un régulateur de pression commandé par le régulateur de vitesse, la surpression dans les conduites n'est pas supérieure à 10 pour 100. Le rendement de ces turbines est de 77 pour 100 à pleine charge.

Alternateurs. — Les turbines attaquent directement les alternateurs au moyen de manchons élastiques faisant volant. Ces machines sont du système Alioth et capables de fournir 700 kilowatts sous un cos φ égal à l'unité, ou

encore 540 kilowatts avec un déphasage de 0,8 en absorbant 800 chevaux. Leur tension est de 2900 volts. Ce sont des machines à flux ondulant à courant triphasé à 50 périodes par seconde, 300 tours par minute, bobinées en étoile. Elles portent leurs excitatrices en bout d'arbre. Le courant d'excitation, sous une tension de 50 à 60 volts est de 25 ampères environ à pleine charge, soit une dépense d'excitation qui n'est pas supérieure à 0,25 pour 100. Le rendement de ces machines à pleine charge est de 93 pour 100, et leur chute de tension de 5 pour 100 pour $\cos \varphi = 1$ et de 16 pour 100 pour $\cos \varphi = 0{,}8$. Elles pèsent 35 tonnes, dont 12 tonnes pour la partie tournante. Le courant de chaque alternateur traverse immédiatement à la sortie de la machine des coupe-circuits à fusibles en argent placés près des machines, convenablement distancés et séparés les uns des autres. C'est de là que part la canalisation reliant les alternateurs au tableau, cette canalisation est en câble à haut isolement fixé sur isolateurs en porcelaine.

Tableau basse tension. — Le tableau des alternateurs comprend un panneau par machine avec tous les appareils usuels : toutes les machines marchent en parallèle sur des barres omnibus. Cette marche en parallèle n'offre d'ailleurs aucune difficulté, chaque turbine étant munie de son régulateur automatique de vitesse. Des rhéostats de champ d'alternateurs pouvant être enclenchés les uns avec les autres, permettent, par la manœuvre d'un seul volant, de régler la tension de toutes les machines en service.

C'est sur les barres omnibus des alternateurs que se prend le courant dont la tension doit être portée à 20 000 volts par les transformateurs-élévateurs.

Transformateurs-élévateurs. — Ces transformateurs-élévateurs sont du système Alioth à courants alternatifs simples, d'une puissance unitaire de 200 kilowatts, mais ils sont groupés par 3 en étoile, formant ainsi un groupe triphasé de 600 kilowatts, correspondant à la puissance des alternateurs. Il y a donc actuellement en tout 12 transformateurs de 200 kilowatts, à refroidissement naturel par l'air, placés dans une salle spéciale dont la ventilation est effectuée par deux grandes cheminées établies dans les angles; l'air passant dans la salle des transformateurs vient de la salle des machines, où il est relativement froid et sec.

Le fonctionnement de ces transformateurs à l'air a été parfait; ils avaient d'abord été essayés à 32 000 volts, entre les enroulements et la masse pendant une heure. Un seul accident est arrivé à l'un de ces appareils pour une cause absolument imprévue. A l'entrée de l'hiver, aux premiers froids, les rats de la montagne ont envahi l'usine, et pendant quelques jours on eut toutes les peines du monde à s'en débarrasser : c'est un de ces rongeurs qui, attiré par la chaleur, vint se cacher dans un transformateur entre les enroulements et la masse, et occasionna un arc dans l'appareil. La réparation fut vite effectuée et on prit des mesures pour empêcher le retour de semblables accidents.

Tous ces transformateurs fonctionnent en parallèle par groupes de 3, et le courant haute tension est conduit à un tableau haute tension placé dans une salle spéciale, au-dessus de celle des transformateurs.

Chaque groupe de transformateurs a, dans la salle des machines, un tableau à la tension des alternateurs comprenant un interrupteur tripolaire, un ampèremètre et la manœuvre des interrupteurs tripolaires haute tension. Cette manœuvre se fait à distance (les interrupteurs haute tension étant placés dans la salle du tableau haute tension), au moyen de l'air comprimé sous une pression de 5 kg : cm². A cet effet, on a installé un compresseur d'air commandé par un moteur triphasé alimenté lui-même par le transformateur d'éclairage de l'usine. Un réservoir d'air comprimé, et une tuyauterie reliant ce réservoir aux deux tableaux haute et basse tension des transformateurs, complètent l'ensemble de l'installation. Le fonctionnement de tout cet ensemble est très satisfaisant.

Tableau haute tension. — Le tableau haute tension comprend les interrupteurs haute tension à manœuvre par l'air comprimé, les fusibles et les barres omnibus 20 000 volts. Toute la charpente du tableau est en fer et les connexions sont portées sur des isolateurs identiques à ceux de la ligne. Enfin un groupe de 4 interrupteurs avec un transformateur de mesure dont le secondaire est relié à un voltmètre, permet de mesurer à chaque instant la tension entre fils et entre les fils et la terre. Cette installation rend de grands services, car elle permet de s'assurer en marche des défauts qui peuvent se produire sur la ligne et que l'on ne peut constater par les procédés ordinaires. Un plancher isolant porté sur des isolateurs permet d'approcher sans danger de ce tableau. Les sorties de câble haute tension se font par des trous obliques ménagés dans le mur à la sortie de l'usine; et, faisant directement suite à la ligne, se trouvent 3 parafoudres à corne munis de résistances.

Le tableau haute tension est protégé en plus par des bobines de self composées de spirales faites avec le câble même de la ligne.

LIGNES A HAUTE TENSION

Dans un transport d'énergie à grande distance, c'est la ligne qui constitue le point faible du système. Les lignes de l'Aude ont été particulièrement soignées à cet égard.

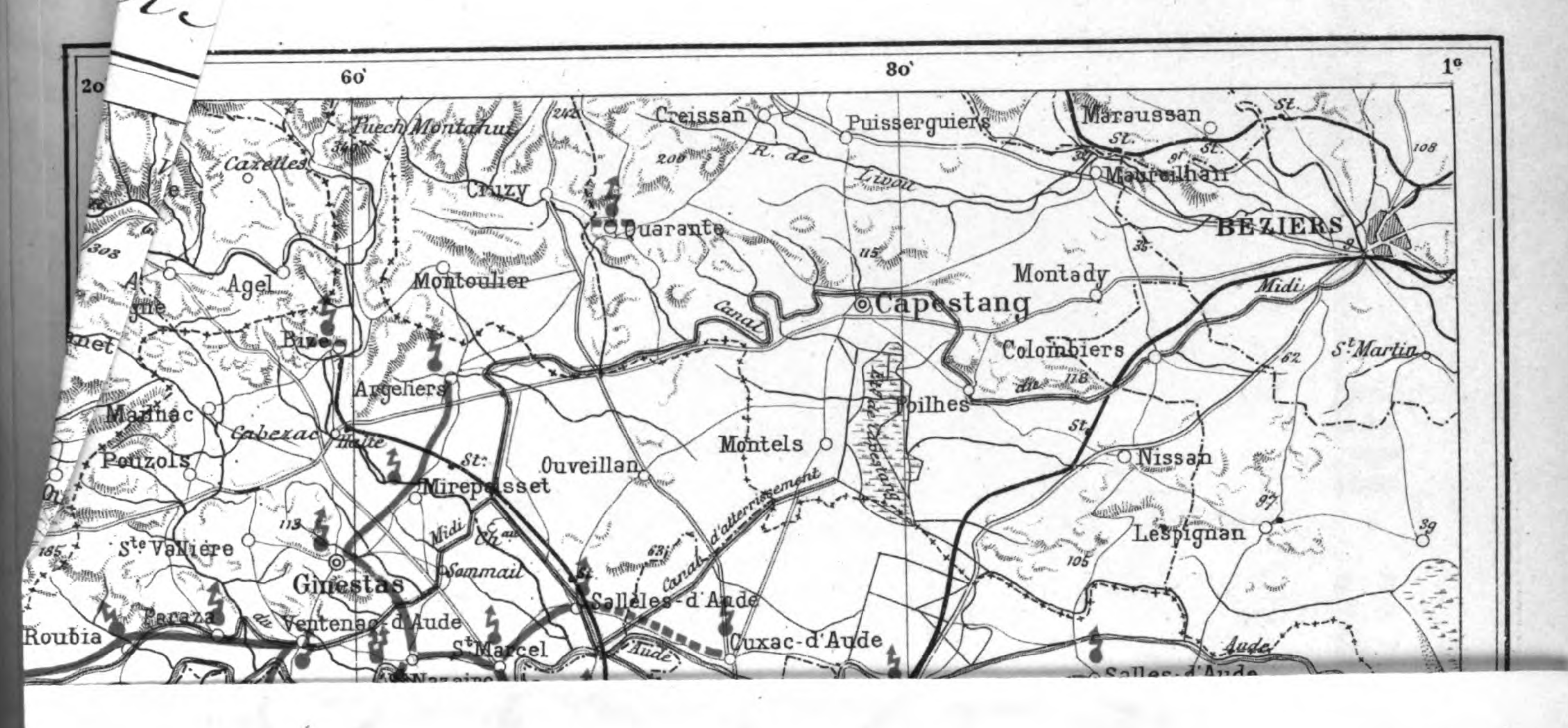
Calcul du feeder. — Résultats d'expériences. — L'usine génératrice produisant le courant à la tension de 20 000 volts, le feeder de 70 km fut calculé de manière à ce que la perte en énergie fut au maximum de 20 pour 100 lorsque la puissance développée à l'usine génératrice atteindrait 1620 kilowatts, avec un facteur de puissance moyen de 0,8.

...rce

Transp...

...treprise ...10, rue Lafayette Paris

...el'...



Cette perte de 20 pour 100 est incontestablement très grande, mais malgré cela le feeder, à lui seul, a exigé 75 tonnes de cuivre, ce qui, au cours élevé auquel on fût obligé de l'acheter il y a deux ans, représentait déjà une dépense importante. Une perte plus faible eût exigé un poids de cuivre plus considérable et augmenté le capital de premier établissement; la force motrice était abondante, de plus il est toujours facile de diminuer cette perte lorsque les recettes seront suffisantes, en doublant le poids du cuivre, ou, ce qui est mieux, en établissant une seconde ligne parallèle à la première. Pour toutes ces raisons, la perte de 20 pour 100 fut considérée comme acceptable, d'autant plus que le déphasage de 0,8 admis était probablement supérieur à celui qui existerait aux heures de pleine charge, car il était convenu que les petits moteurs ne devaient pas fonctionner aux heures d'éclairage. Dans ces conditions, l'expérience a complètement justifié les prévisions, et les difficultés de réglage de tension que l'on pouvait craindre ne se sont pas produites. L'usine génératrice règle donc sa tension d'après les indications des ampèremètres totalisateurs; d'ailleurs une ligne téléphonique relie l'usine génératrice au centre de distribution et permet, le cas échéant, de corriger la tension suivant les indications données par le poste de Fabrezan où elle est maintenue entre 17 000 et 17 200 volts.

Calcul de la section du fil. — La section du fil se calcule facilement des données ci-dessous :

Longueur du feeder, 70 km.

Puissance à l'origine, 1620 kilowatts.

Perte maxima, 20 pour 100.

Tension à l'extrémité du feeder, 17 000 volts.

Déphasage des récepteurs à l'extrémité, $\cos \varphi = 0{,}8$, en écrivant que cette perte est dépensée dans la ligne

$$324\,000 = 3RI^2$$

R désignant la résistance d'un fil, I le courant qui la traverse. Dans le cas actuel, le courant étant de 54 ampères, on trouve comme résistance d'un fil 36,06 ohms, cette résistance étant calculée à une température de 15°. En tenant compte de la température et de ce que le cuivre du commerce n'est pas pur, on a été amené à poser un câble de 38 mm² de section, ayant un diamètre de 7,5 mm environ.

Quant à la tension à l'usine génératrice, elle a été calculée par la formule

$$E' = \sqrt{(E - RI\sqrt{3})^2 + (RI\sqrt{3}\,\mathrm{tg}\,\varphi)^2},$$

E' étant la tension à l'arrivée, E celle au départ. On obtient ainsi comme tension à l'usine génératrice 20 240 volts. La perte en volts est donc de 3240 volts, soit environ 16 pour 100 de la tension au départ.

Influence de l'impédance. — Il était intéressant de connaître quelle serait l'influence de l'impédance sur une aussi longue ligne. On trouve dans les tables de M. Blondel l'inductance apparente d'un fil, en supposant l'écartement des fils de 60 cm, en retranchant l'inductance mutuelle de deux fils de la self-inductance. Dans le cas du feeder, elle est de 1,07 millihenrys par kilomètre. La résistance d'un kilomètre de fil étant de 0,524 ohm, le facteur de réactance, c'est-à-dire le rapport de la réactance à la résistance ohmique, était de 0,641 à la fréquence de 50 périodes par seconde.

Le facteur de survoltage, c'est-à-dire le facteur par lequel il faut multiplier la tension au départ pour tenir compte de l'effet de la réactance de la ligne est donnée par la formule :

$$\sqrt{1 + 2\,(p - p^2)\,(\cos \varphi + m \sin \varphi - 1) + p^2 m^2},$$

p désignant la perte relative de tension admise, en pour 100, et m le facteur de réactance. La valeur obtenue par cette formule est de 1,05, c'est-à-dire que, par suite de l'impédance, la tension au départ devra atteindre 20 850 volts.

Influence de la capacité. — A diverses reprises, la capacité du feeder a manifesté son importance, et de tous les phénomènes pouvant se présenter dans les lignes de grandes longueurs, c'est de beaucoup le plus saillant.

Si on soumet la question au calcul, en supposant un condensateur unique, placé en un point déterminé de la ligne, comme on l'admet ordinairement, on trouve que le courant de charge devrait être de 4,6 ampères environ pour la tension de 20 000 volts. L'expérience a démontré que ce chiffre était complètement erroné, car on lit 10,2 ampères comme courant de charge, avec une tension de 17 600 volts, à l'usine génératrice, la ligne étant ouverte. D'ailleurs, c'est seulement à vide que la question de la capacité joue un rôle : dès que la ligne se charge, les phénomènes dus à cette propriété sont très atténués. Dans les conditions ci-dessus, le courant de charge correspond à plus de 300 kilovolt-ampères, soit 72 ampères à la tension de 2480 volts sur la génératrice. Ce courant est nettement décalé en avant, car il suffit de 6 ampères d'excitation pour faire donner la tension de 2480 volts à l'alternateur, alors que sans la ligne, il faudrait au moins 12 ampères : c'est donc le courant de charge de la ligne qui augmente le champ. On a vérifié que le courant de charge était bien proportionnel à la tension et à la fréquence; enfin, on a constaté que la tension à l'usine étant de 17 600 volts, elle était à l'extrémité du feeder de 18 300 volts, soit 700 volts de plus qu'à l'usine génératrice.

On a constaté, en sectionnant le feeder et en ajoutant ensuite une autre ligne ayant 30 km, que le courant de charge va en augmentant jusqu'à 72 ampères (mesurés à la tension des alternateurs) pour une longueur de 70 km, puis qu'il diminue jusqu'à 38 ampères pour une distance de 100 km; une autre dérivation de 35 km ajoutée au centre de distribution ne modifie pas l'intensité du courant de charge.



Voici les chiffres relevés :

Points de ligne.	St-Louis.	Talairan.	Fabresan.	Ornaisons.	Narbonne.
Distance de l'usine, en km.	12	62	70	83	100
Courant de charge, en ampères (à la tension de 2800 volts). . . .	0	68	72	52	38

Tous ces résultats peuvent être vérifiés par le calcul en appliquant aux lignes les formules relatives à la capacité uniformément répartie; malheureusement, ces formules sont d'une complexité telle qu'il est difficile de les appliquer en pratique, et de calculer *a priori* l'intensité du courant de charge et la surélévation de tension à vide. Heureusement d'ailleurs que tous ces phénomènes n'ont plus d'importance en charge et que leur influence ne se fait pas sentir, de sorte qu'à des distances de 100 km et à la fréquence de 50 périodes par seconde, on peut n'en tenir aucun compte dans la pratique. Ils servent à expliquer les surélévations de tension qui se produisent, notamment lors de la fusion des plombs; et, à ce point de vue, on ne saurait trop recommander d'employer à l'usine génératrice des fusibles de très fortes sections ne fondant qu'à une intensité triple ou quadruple de l'intensité normale. Les fusibles employés dans toute l'installation sont des fils d'argent ou d'aluminium; ces deux métaux ont donné l'un et l'autre de bons résultats.

Dans tout ce réseau, qui présente, ainsi qu'il a été exposé plus haut, une capacité dont l'importance n'est pas négligeable, on n'a jamais constaté de phénomène de résonance, malgré la présence d'une troisième harmonique, dont l'importance est considérable dans les courbes de force électromotrice et de courant des alternateurs employés.

Construction du feeder. — Le feeder est formé de 3 câbles de 38 mm² de section placés en triangle équilatéral et écartés de 60 cm. La flèche est de 60 cm. Les poteaux ont 10 m de hauteur et sont espacés de 40 m; ils ne sont pas sulfatés, mais bien enduits de carbonyle bouillant. Des isolateurs triple cloche de grande dimension, et dont la coupe est reproduite (fig. 7), ont été placés sur les poteaux. Tous ces isolateurs ont été essayés avant la pose à 40 000 volts et malgré cela quelques-uns furent percés au bout d'un certain temps par le courant; on reconnaissait facilement les isolateurs de qualité douteuse, parce qu'ils étaient lumineux la nuit. Les conducteurs eux-mêmes ne sont pas lumineux.

Pour bien s'assurer de l'isolation des lignes, on a fait fonctionner l'installation pendant une heure à la tension de 22 000 volts, successivement avec chacun des fils à la terre, et à la tension de 30 000 volts entre fils pendant trois heures.

Ligne téléphonique. — Une ligne téléphonique placée sur des isolateurs double cloche, sur les mêmes poteaux que la ligne haute tension et à 2 m en dessous de celle-ci, relie l'usine génératrice au centre de distribution. Les fils téléphoniques sont croisés tous les 10 poteaux de façon à annuler les effets d'induction. S'il n'y a pas de fuites sur la ligne haute tension, la ligne téléphonique fonctionne parfaitement et la seule précaution à prendre consiste en la bonne isolation de la ligne haute tension. Les effets d'induction sont absolument négligeables, et on n'entend aucune friture dans le téléphone si on a soin d'éloigner de 1 cm le récepteur de l'oreille.

Entretien du feeder. — Pour la surveillance du feeder qui traverse une contrée extrêmement montagneuse, on a placé tous les 10 km un cantonnier dont la mission est de faire une tournée tous les jours sur la ligne. Il se rend compte de l'état des isolateurs, des poteaux et des fils. Ces cantonniers possèdent eux-mêmes un poste téléphonique sur la ligne reliant l'usine génératrice au centre de distribution et ils peuvent ainsi communiquer ce qu'ils ont vu dans leur tournée.

Le courant est enlevé des lignes tous les dimanches de deux heures du matin à trois heures de l'après-midi, et pendant ce temps les réparations les plus urgentes sont faites.

Quelques courts-circuits accidentels ont été occasionnés par des branches d'arbres, par le vent et aussi par des oiseaux de proie au début. Un grand-duc a été foudroyé par le courant et a été retrouvé en dessous des fils, plusieurs aigles, dont un avait 2,6 m d'envergure, ont eu le même sort. Lorsqu'il y a court-circuit, il y a une surélévation de tension instantanée, qui, dans un cas, a atteint 35 000 volts. Les parafoudres s'amorcent toujours à ce moment.

Le vent dans la région est très violent, et le parcours du feeder très capricieux : il part en effet de la cote 430 pour s'élever à 1000 m dans la forêt des Fanges, passer au pied du pic de Bugarach et se maintenir à une altitude moyenne de 800 m pour aboutir dans la plaine de Fabrezan à la cote 200. L'hiver, les isolateurs ont été complètement recouverts de neige et ne formaient en certains endroits qu'un bloc de glace avec le poteau, cela n'empêchait pas l'installation de très bien fonctionner. L'isolation du feeder mesurée au galvanomètre était en moyenne de 500 000 ohms pour les trois fils et la terre; en temps de pluie ou de brouillard, cette isolation tombe à 100 000 ohms.

Poste central de distribution. — Le poste central de distribution est situé à Fabrezan, c'est de ce point situé à 70 km de l'usine génératrice que partent les diverses dérivations.

Il comprend un grand tableau d'arrivée et de départ avec interrupteurs, coupe-circuits, ampèremètres et voltmètres. Ce tableau est exclusivement construit en fer; toutes les connexions sont faites en fil nu monté sur des isolateurs identiques à ceux de la ligne : les appareils de mesure sont également montés sur isolateurs. Les parafoudres à cornes sont placés à l'extérieur et leur ligne de terre est munie de résistances. La tension est donnée à

chaque instant dans ce poste par les lectures de voltmètres branchés sur le secondaire de transformateurs témoins (fig. 8), très soigneusement isolés, mais placés dans l'air; la construction de transformateurs aussi petits présente de grandes difficultés et ce n'est que grâce à une isolation exceptionnelle que l'on a pu rendre pratique le fonctionnement de semblables appareils.

C'est au poste central que se tient le chef de réseau qui peut communiquer par téléphone avec l'usine génératrice et fournir les renseignements nécessaires sur la tension à maintenir à cette usine.

Dérivations haute tension. — Postes secondaires et distribution. — Les dérivations partant du poste central sont au nombre de 3. L'une va à Narbonne, 30 km, l'autre à Carcassonne, 35 km, la troisième, appelée ligne du littoral, s'étend jusqu'à La Nouvelle. Ces dérivations sont toutes à 17 000 volts, et la perte consentie en ligne est au maximum de 5 pour 100.

Les villages qui se trouvent sur le passage de ces dérivations sont alimentés directement au moyen de transformateurs abaissant la tension de 17000 à 130 volts, mais pour ceux qui ne sont pas sur le passage immédiat, pour ne pas augmenter indéfiniment le réseau à haute tension, on a eu soin d'abaisser auparavant la tension de 17000 à 5500 volts et c'est avec cette dernière tension que de nouvelles lignes rayonnent tout autour des postes secondaires de distribution.

Ces postes secondaires de distribution sont composés de transformateurs dont la puissance est généralement de 100 kw, logés dans des kiosques spéciaux dans lesquels se trouvent encore des interrupteurs à haute tension, des coupe-circuits et des parafoudres, aussi bien pour la haute que pour la basse tension. Ces kiosques contiennent généralement en plus un transformateur abaissant la tension de 5000 à 125 volts pour la localité dans laquelle est construit le poste (fig. 9).

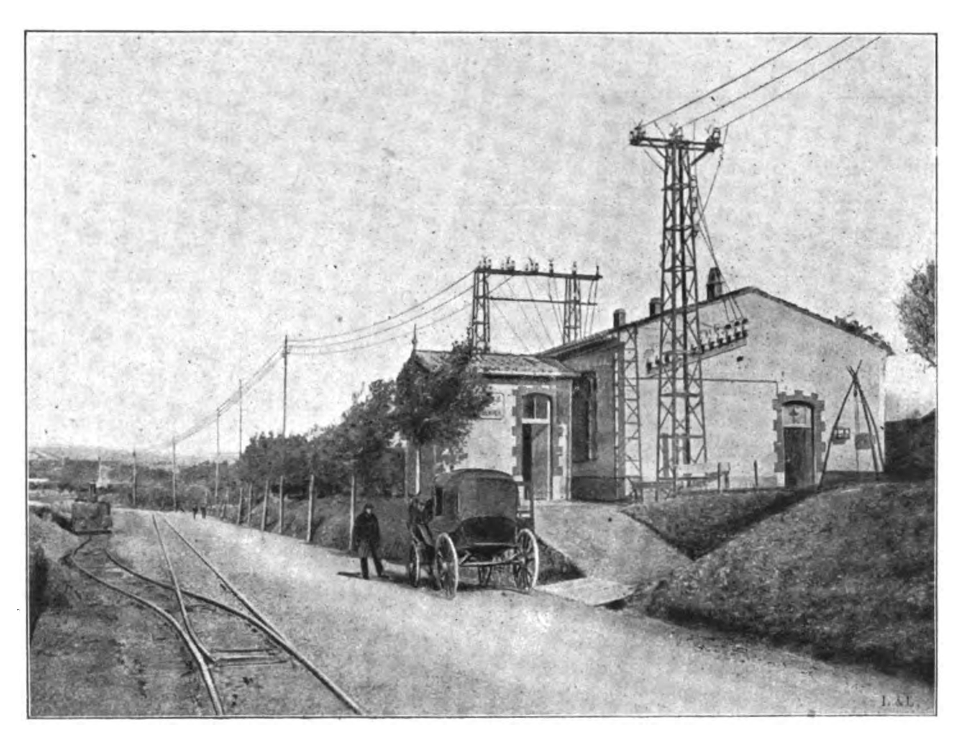


Fig. 6. — Vue du poste central de distribution à Fabrezan. Arrivée et départs des lignes haute tension.

En établissant ces postes secondaires de distribution, on a réduit la surveillance de l'isolation du réseau haute tension, isolation qui est beaucoup plus difficile à maintenir et demande plus de soins que celle du réseau à 5000 volts. De plus, les difficultés de construction des transformateurs de puissance relativement faible pour la haute tension nécessitaient pour ainsi dire cette transformation.

Au nombre des détails intéressants de ces lignes à haute tension, il faut signaler les traversées de chemin de fer. Les lignes à 20000 volts traversent en 4 points les voies ferrées, la Compagnie du Midi ne les a autorisées qu'à la condition de passer sous les ouvrages d'art et en câble isolé. On a donc exécuté ces passages en câbles sous plomb isolés au papier et raccordés aux lignes aériennes par des boites de jonction spéciales; ces câbles sont posés directement sur la maçonnerie de l'ouvrage d'art et le plomb de l'armature est relié au sol. Ces traversées qui constituent, somme toute, un point faible des lignes, fonctionnent néanmoins d'une manière très satisfaisante.

Dérivations basse tension. — Postes de distribution. — Les dérivations basse tension comprennent l'ensemble des lignes à 5000 volts. Ces lignes ne présentent d'autres

différences avec les lignes à 20000 volts que l'emploi d'isolateurs de modèle plus réduit et une distance un peu

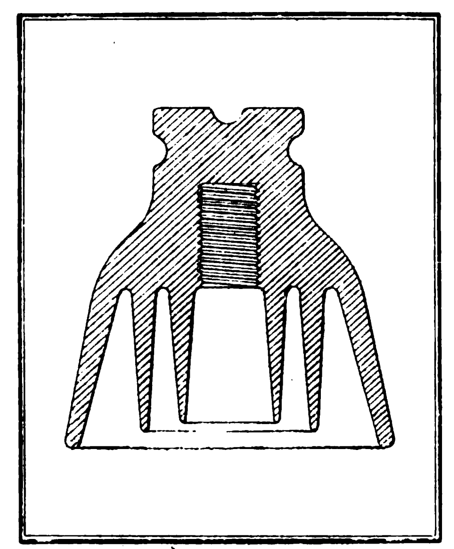
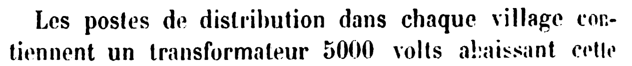


Fig. 7. — Coupe de l'isolateur 20000 volts employé sur le réseau de l'Aude.

plus faible entre fils. Chaque dérivation est protégée par des coupe-circuits aériens à cornes.



Les postes de distribution dans chaque village contiennent un transformateur 5000 volts abaissant cette

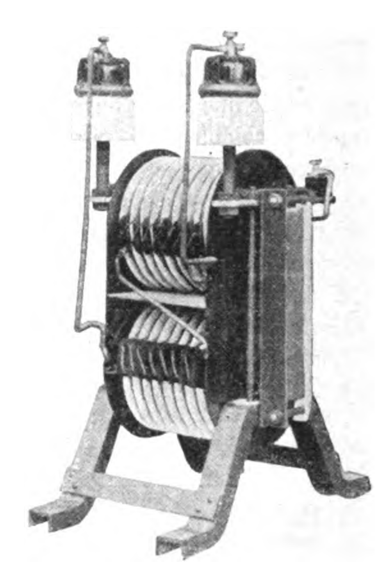
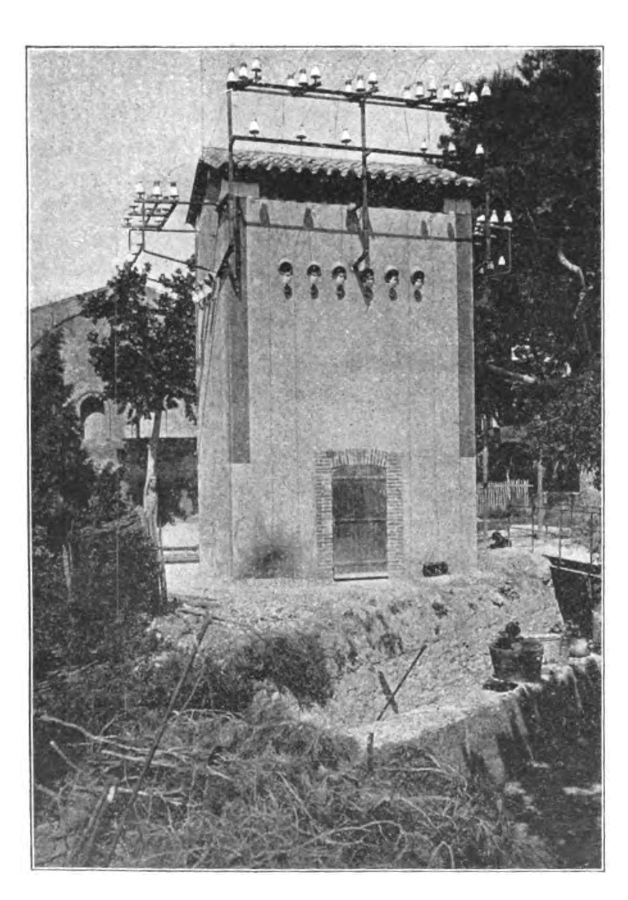


Fig. 8. — Transformateur de mesure 20000/200 volts.

tension à 125 volts. On n'a pas prévu d'interrupteurs haute tension, ce sont les coupe-circuits qui servent à



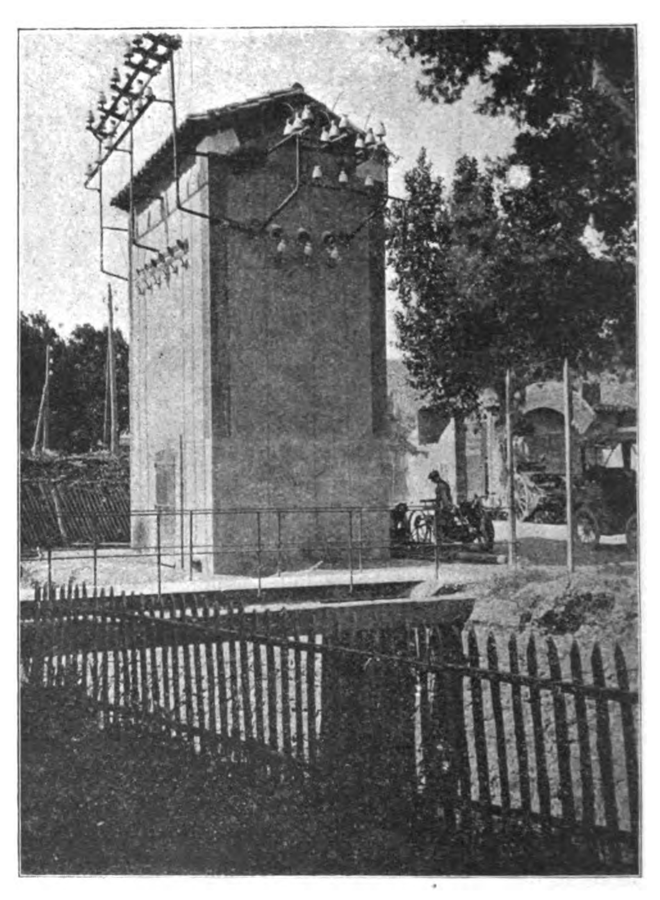


Fig. 9. — Vues d'un poste secondaire de transformation 17000/5500 volts.

cet effet : on peut couper sans inconvénient le courant de ces transformateurs en levant les barrettes mobiles de ces coupe-circuits modèle S. A. I. Un tableau basse tension sur marbre avec interrupteurs et coupe-circuits

commande la distribution de force motrice et d'éclairage du village. Généralement, la puissance de ces transformateurs installés dans un village varie de 10 à 20 kw.

Les transformateurs 5000 volts sont également protégés par des parafoudres à cornes, parafoudres toujours placés à l'extérieur des postes.

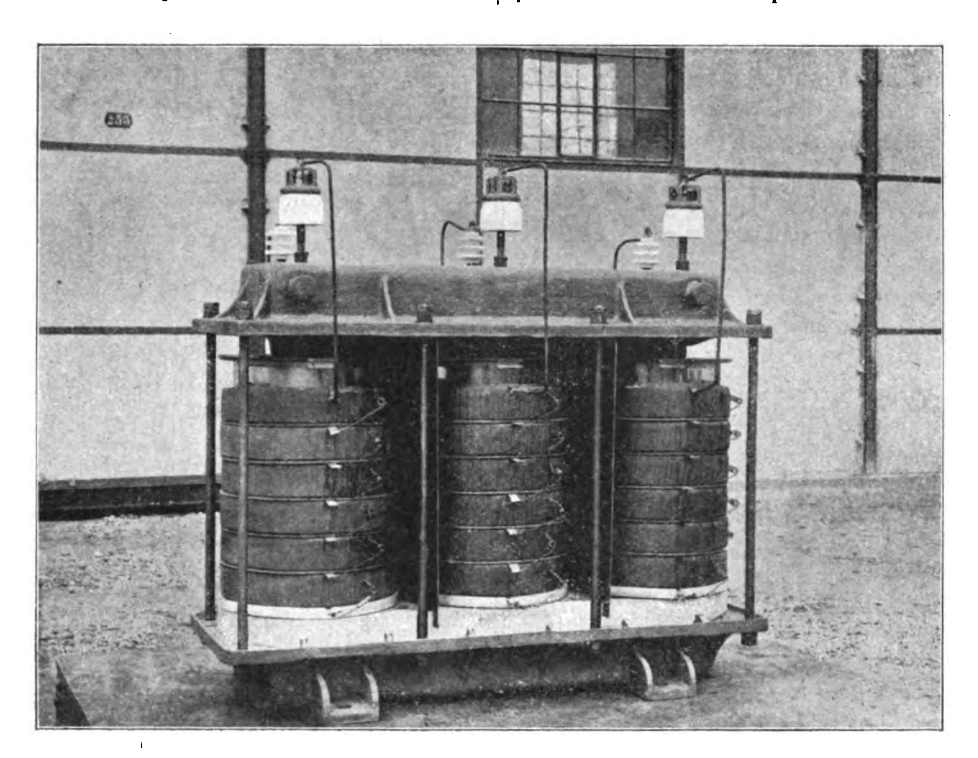


Fig. 10. — Vue d'un transformateur triphasé 46 kilowatts, 17000/5500 volts.

Les kiosques de transformateurs sont en maçonnerie et on a évité dans leur construction toute matière susceptible de s'enflammer.

Sous-stations de Carcassonne et de Narbonne. — Dans les deux villes de Carcassonne et de Narbonne, en dehors de la distribution à courant triphasé 5000 volts pour les faubourgs et les environs de ces villes, il existe des distributions à courant continu 5 fils avec une tension maximum de 500 volts entre les conducteurs extrêmes. Ces distributions étaient alimentées par des génératrices à courant continu, mues par des moteurs à vapeur ou hydrauliques. On a profité du courant triphasé venant de Saint-Georges pour installer des groupes de transformation en courant continu. A Narbonne se trouvent deux groupes de transformation de 150 kw chacun, composé de deux moteurs synchrones Alioth, de 225 chevaux, 500 volts, accouplés directement à des génératrices courant continu 500 volts, 450 t : m, également du modèle Alioth. A Carcassonne existe un groupe identique à ceux de Narbonne.

Ces groupes sont alimentés chacun par un transformateur triphasé de 200 kw. Ces transformateurs sont isolés très soigneusement, mais, comme tous les transformateurs du réseau, ne sont pas plongés dans l'huile. Pour la mise en route des groupes, on amène les moteurs alternatifs au synchronisme en faisant fonctionner la génératrice à courant continu comme moteur, et couplant à la manière ordinaire. Lorsque la ligne n'est pas chargée au moment de l'accrochage du premier moteur, il y a une surélévation de tension qui disparaît dès qu'on charge la génératrice à courant continu. Si, au contraire, le réseau est déjà chargé, il n'y a pas de surélévation de tension. Cette surélévation de tension atteint jusqu'à 25000 volts, elle s'évite très facilement d'ailleurs en pratique.

S'il y a un court-circuit sur la ligne, les moteurs synchrones peuvent se décrocher, à moins qu'on ne les décharge; le danger dépend d'ailleurs de l'intensité et de la durée du court-circuit. C'est ainsi qu'un court-circuit causé par une branche d'arbre ou un oiseau ne suffit pas pour produire le décrochage, les coups de foudre eux-mêmes ne le produisent pas toujours. Les chances de décrochage sont d'ailleurs bien diminuées par l'habileté plus ou moins grande de l'électricien au tableau. S'il s'aperçoit que la tension baisse par suite d'un court-circuit sur la ligne, il diminue la charge en agissant sur l'excitation des génératrices à courant continu, et le court-circuit passé, il recharge de suite le moteur en agissant en sens inverse sur l'excitation des machines à courant continu.

D'ailleurs, les courts-circuits sont assez rares (même ceux produits par les coups de foudre), le décrochage ne se produit pas souvent et ne présente pas une importance capitale, car les génératrices à courant continu marchent en parallèle avec les batteries ou avec des génératrices

mues par des moteurs à vapeur ou hydrauliques pendant les heures de plein service.

On peut se demander si les moteurs asynchrones n'eussent pas été préférables aux moteurs synchrones; les chances de décrochage, évidemment, n'auraient pas été diminuées, mais, une fois décrochés, ils peuvent se remettre d'eux-mêmes en synchronisme, ce qui n'est guère possible avec des moteurs synchrones présentant, comme il convient, peu de self-induction, demandant une excitation constante quelle que soit la charge, et par conséquent incapables de fonctionner comme moteurs asynchrones. La question est très discutable, mais dans le cas actuel, le choix de ces moteurs a été dicté par la possibilité de relever la tension en bout de ligne, et par conséquent la possibilité de régler dans de certaines limites la tension sur des dérivations aussi longues, par surexcitation de ces moteurs. Jusqu'à présent, cependant, le besoin de l'intervention des moteurs synchrones pour cette surélévation ne s'est pas fait sentir.

Installations de moteurs électriques. — Les moteurs électriques du réseau sont, sauf dans les villes de Carcassonne et de Narbonne, du modèle asynchrone à courant triphasé. La mise en marche s'effectue en intercalant au moment du démarrage une résistance dans l'induit du moteur. Cette résistance, pour les petits moteurs, est fixée sur l'une des faces de l'induit, fait corps et tourne avec lui. Une fois la vitesse du synchronisme atteinte, cette résistance est mise en court-circuit au moyen d'une pièce de bronze, que l'on manœuvre au moyen d'une tige traversant l'arbre du moteur, qui est foré à cet effet et muni d'un bouton à son extrémité.

Lorsque les moteurs doivent démarrer avec une charge élevée, la résistance, de dimensions trop considérables, ne pourrait être logée sur l'induit et est extérieure; dans ce cas le moteur est muni de bagues et de frotteurs en charbon.

Dans les villes de Carcassonne et de Narbonne, les moteurs ont été placés généralement sur le courant continu et fonctionnent à la tension de 250 volts.

Organisation de l'exploitation. — Il est intéressant d'exposer comment on peut effectuer l'entretien et assurer l'exploitation d'un réseau aussi important, et cela à peu de frais. Car l'étendue des lignes constitue le point le plus faible d'une semblable installation.

Au point de vue de l'organisation, celle adoptée pour l'exploitation du transport d'énergie de Saint-Georges par M. Estrade, le directeur de la Société Méridionale de transport de force, est en tous points remarquable.

Un véritable plan de mobilisation a été prévu et une copie se trouve entre les mains de chaque agent responsable. Ce plan détermine les fonctions de chacun, les rapports des divers agents entre eux, et prévoit ce qu'il y a à faire en cas d'accident pour le réparer et faire durer l'interruption du courant aussi peu de temps que possible. Un nombre considérable de cas ont été prévus.

Le personnel est placé sous la direction d'un ingénieur chef de l'exploitation, qui a sous ses ordres directs un chef de réseau résidant au poste central de Fabrezan, d'où il peut communiquer par le téléphone particulier avec l'usine génératrice et par le téléphone de l'État ou le télégraphe avec les divers autres points du réseau. Le chef de réseau a pour mission spéciale la surveillance du feeder qui traverse une contrée montagneuse, très exposée au vent, et qui, sur 50 km, ne suit pas les routes : pour l'aider dans cette tâche, on a placé huit cantonniers sur le parcours du feeder, dont le rôle est uniquement de surveiller cette ligne et de faire des tournées tous les jours.

Les dérivations à haute tension sont sous la surveillance de deux sous-chefs de réseau qui ont également des cantonniers sous leurs ordres, mais en nombre bien inférieur à ceux du feeder, car les dérivations suivent les routes, et il est aisé, à bicyclette ou en automobile, de se transporter d'un point à un autre.

Les sous-stations de Carcassonne et de Narbonne ont chacune un chef de grand poste qui s'occupe du matériel de ces sous-stations et des lignes autour de ces villes.

Enfin, il y a les chefs de poste qui se trouvent dans chaque village.

La plupart de ces agents s'occupent également de la partie commerciale de l'exploitation des lignes à 5000 et à 125 volts et, par une correspondance bien établie et bien comprise, mettent rapidement la Direction au courant des divers incidents de l'exploitation.

Tout cet ensemble fonctionne parfaitement et relativement à peu de frais.

Partie financière. — La partie financière de cette affaire n'est pas moins remarquable que les diverses autres parties de cette entreprise. Elle est basée sur un principe nouveau qui, d'après les termes mêmes de M. Blondel, rapporteur de la Commission des distributions d'électricité, « constitue un procédé ingénieux pour vulgariser les installations d'éclairage municipal ». Grâce à des combinaisons particulières, en effet, la Société Méridionale de transport de force a pu se contenter de construire à ses frais l'usine génératrice et les lignes à haute tension. Tout le reste a été fait aux frais des communes et des particuliers. L'éclairage municipal est assuré gratuitement à raison de 25 lampes à incandescence de 16 bougies par mille habitants. L'éclairage des particuliers est fait à forfait ; la lampe de 16 bougies est vendue 32 francs par an ; il n'y a pour ainsi dire pas de compteurs, sauf à Carcassonne et à Narbonne ; mais, par contre, il y a des basculateurs Estrade qui, dans les installations de plusieurs lampes, ne permettent pas d'en avoir plus d'allumées à la fois que cela est prévu par la police de l'installation. Une grande partie de l'énergie est vendue comme force motrice; mais, en principe, les moteurs doivent s'arrêter aux heures où commence l'éclairage.

Ces moteurs sont utilisés beaucoup pour des élévations d'eau; généralement, chaque commune a remplacé le



moteur à pétrole qu'elle possédait pour cet usage par un moteur électrique. Il y a encore une foule de moteurs pour des arrosages, des manutentions de vins, des brasseries, des fabriques de glace et autres industries similaires de la région.

Tous ces moteurs sont des moteurs triphasés asynchrones Alioth; ils sont généralement munis d'un disjoncteur à minima qui, dans le cas où le courant viendrait à manquer momentanément, ouvrirait le circuit et empêcherait, lorsque le courant est rétabli, le moteur de démarrer sans résistance, et, par conséquent, éviterait la détérioration de l'appareil. Les recettes réalisées dès le début ont été considérables; elles couvrent non seulement les frais d'exploitation, mais encore permettent d'ores et déjà d'assurer, dès la seconde année, une rémunération convenable au capital. D'ailleurs, elles augmentent tous les jours, au fur et à mesure que les installations de force motrice et d'éclairage peuvent être exécutées, les canalisations complétées et mises en service; une armée de monteurs travaille constamment à ces installations, qui ne se bornent pas à s'effectuer dans le département de l'Aude, mais gagnent l'Hérault dans la direction de Béziers.

Puissance nécessaire à l'usine génératrice. — La puissance actuellement demandée à l'usine génératrice est de 1100 kw, soit 34 ampères à la tension de 19 200 volts. Dès l'hiver prochain, les 1600 kw prévus au programme seront absorbés et exigeront pour cela la marche en parallèle de 3 alternateurs de 800 chevaux à pleine charge.

La seconde partie du programme à réaliser comprend l'utilisation des 1600 kw restant disponibles à l'usine génératrice, lorsque celle-ci aura été doublée et qu'un barrage, dans la partie supérieure du cours de l'Aude, permettra d'assurer en été un volume d'eau considérable pour les irrigations. Ainsi l'eau, après avoir produit la force motrice par son passage dans les turbines de Saint-Georges, s'écoulera dans la rivière et sera reprise plus loin, pour être élevée de nouveau en utilisant l'énergie électrique. La réalisation d'un semblable projet aura pour principal avantage, grâce aux irrigations, de permettre aux populations de l'Aude, de se livrer à d'autres cultures qu'à celles de la vigne et à diminuer la surproduction du vin de ces dernières années.

CONCLUSIONS. — L'installation de Saint-Georges et la distribution d'énergie dans le département de l'Aude, fonctionnent depuis près d'un an d'une manière pratique et industrielle, et il n'y a aucune raison de croire qu'avec une exploitation bien comprise, elle ne puisse se maintenir. La preuve semble donc faite de la possibilité d'établir de grands réseaux électriques, fonctionnant à des tensions de 20 000 volts et sur des distances de 100 à 120 km, et cela sans difficultés insurmontables. Il est probable que bientôt on pourra doubler les distances et porter la tension à 40 000 et 50 000 volts. J. B.

TRAMWAYS A CONTACTS SUPERFICIELS

Nous avons publié, dans notre numéro du 25 août 1902, un article de M. G. Paul critiquant les différents systèmes magnétiques de prise de courant à conducteurs sectionnés. Notre impartialité nous fait un devoir d'insérer à la même place les réponses faites par les intéressés aux critiques de M. G. Paul. (N. D. L. R.)

Syndicat pour l'installation de tramways électriques, à Lyon.

M. G. Paul, dans un article intitulé *Examen critique des systèmes magnétiques de prise de courant à conducteurs sectionnés* (1), s'occupe particulièrement du système Diatto et il donne, soit au point de vue de la construction de ce système, soit au point de vue de son exploitation, des explications erronées.

Nous regrettons que M. G. Paul n'ait pas jugé bon de venir présenter ses observations au Congrès tenu à Montauban, en août 1902, par l'Association française pour l'avancement des sciences. La question de la « traction électrique urbaine » avait été mise à l'ordre du jour de ce Congrès, et la plupart des ingénieurs électriciens ayant à s'occuper des questions de traction électrique y prenaient part.

Les lecteurs de *L'Industrie électrique* qui se tiennent au courant des questions de traction électrique ont certainement suivi, dans les journaux spéciaux, les séances de ce Congrès. Nous n'y reviendrons pas.

Nous sommes certain que M. G. Paul lui-même, dès qu'il aura pris connaissance de ces discussions ainsi que des publications parues récemment sur le système Diatto, en particulier celle parue, sous la signature de M. Julius, dans le *Bulletin* de 1902 de l'Association des ingénieurs électriciens de l'institut Montefiore, nous sommes certain, disons-nous, que M. G. Paul sera le premier à reconnaître que ses appréciations sur le système Diatto résultaient de renseignements inexacts et incomplets sur la construction, les modifications et les perfectionnements des appareils de ce système.

En particulier nous lui ferons remarquer :

Que jamais le couvercle du récipient qui touche au plot n'a été en ambroïne.

Que le plot renfermant l'appareil a toujours été construit en matière isolante.

Que la figure 3 (voir l'article PAUL, paru dans *L'Industrie électrique* du 25 août 1902) ne donne pas le dessin de l'appareil Diatto actuellement construit, etc., etc.

Quant à l'expérience faite à Tours en 1899, et sur laquelle M. G. Paul se base pour déclarer qu'il a prévu, dès cette époque, tous les inconvénients constatés plus

(1) *L'Industrie électrique*, n° 256 du 25 août 1902.

tard dans l'exploitation des tramways par le système Diatto, nous croyons que, aujourd'hui comme en 1899, il est inutile de la discuter. Cette expérience était superflue et tout ingénieur électricien aurait pu en annoncer d'avance le résultat. Relier la partie de contact d'un plot à 500 volts avec le rail au moyen d'un tas de sel marin arrosé d'eau est aussi rationnel que de faire fonctionner une dynamo en mettant les bornes en court-circuit.

Nous nous contenterons de répondre aux principales appréciations données par M. G. Paul sur les difficultés et les frais d'exploitation du système Diatto, soit :

Le magnétisme rémanent;

Le contrôle des appareils;

La malpropreté du sol;

Les frais d'entretien et d'exploitation,

et nous sommes tout disposé à faciliter la vérification des assertions que nous allons émettre.

Magnétisme rémanent. — Le magnétisme rémanent ne joue aucun rôle dans l'appareil Diatto et jamais, dans aucun cas, nous n'avons eu à constater sa présence.

Voici, par excès de précautions, les dispositions spéciales prises pour annuler pratiquement les effets de ce magnétisme.

Ces dispositions sont principalement :

1° La cheville mobile, la pièce qui attire cette cheville et le milieu du tampon sont en acier extra doux;

2° Le charbon étant en contact, un premier entrefer minimum de 3 mm existe entre la pièce d'acier doux supérieure et la cheville au haut de sa course.

3° Un deuxième entrefer de 7 mm est disposé entre la cheville et la douille de fonte entourant le godet d'ébonite; cet entrefer se trouve intercalé d'une façon constante en série sur le courant magnétique.

4° La majeure partie du tampon étant formée de métal non magnétique, il existe un troisième entrefer considérable entre les extrémités des ailettes de fonte et le noyau central d'acier doux; entrefer intercalé en série sur le circuit magnétique du flux qui tendrait à produire le magnétisme rémanent.

5° La pièce de fonte prise dans le plot et qui forme une partie du circuit magnétique de retour est recuite pendant vingt-quatre heures consécutives au rouge cerise dans un feu oxydant, le refroidissement étant opéré graduellement. Cette opération de recuisson réduit l'aimantation résiduelle, et en outre la pièce de fonte ayant été exposée pendant vingt-quatre heures sous une température élevée à une « atmosphère oxydante » elle se trouve en partie décarburée et elle se rapproche de la fonte malléable, ce qui vient encore diminuer l'aimantation résiduelle.

6° L'induction maximum dans la cheville et la pièce d'acier supérieure est très faible. Dans les sections voisines de la surface supérieure de la cheville de contact cette induction ne dépasse aucun cas, 4 kilogauss; le magnétisme résiduel ne peut donc être qu'extrêmement faible.

Contrôle des appareils. — Avec les nouveaux appareils, où les pièces de contact Diatto sont indépendantes du tampon, la pose et la dépose se font rapidement, facilement et sans entraîner aucune rupture.

Dans une installation bien faite, condition exigée pour le bon fonctionnement de tout système, les appareils ne subissent qu'une usûre extrêmement faible. Souvent nous avons constaté que, après six mois de marche, des appareils bien posés auraient pu être jugés n'avoir pas fonctionné si les surfaces de contact des deux charbons n'avaient perdu leur brillant par l'action d'environ 70 000 contacts.

Malpropreté du sol. — La malpropreté de la chaussée, la présence du crottin et de l'urine des chevaux, n'ont pas, à beaucoup près, l'importance que leur attribue M. G. Paul, au point de vue des dérivations du circuit par le sol.

Voici quelques résultats fournis par de nombreuses mesures de résistance d'isolement entre le tampon métallique du plot et les rails, effectuées sous une tension de 500 volts.

Plot dans chaussée en bois arrosée d'eau. . . .	80 000 ohms.
— de granit —	30 000 —

Un essai qui a été effectué sur plusieurs plots Diatto de la rue Labrouste, à Paris, est aussi intéressant à rappeler. On a choisi, avec intention, des plots dont l'asphalte était assez fortement usé, et on les a arrosés d'eau. La chaussée se trouvant dans un état de forte malpropreté, les tampons de ces plots formaient ainsi des sortes d'îles entourées d'eau malpropre s'étendant jusqu'aux rails; en amenant sur ces tampons le courant à 500 volts au moyen d'un fil sur lequel était intercalé un ampèremètre de 1 ampère, divisé en centièmes d'ampère, il était impossible de lire le courant dérivé, l'aiguille restant sensiblement au zéro.

Frais d'entretien et d'exploitation. — Ces frais d'entretien et d'exploitation comprennent les dépenses de courant et les frais nécessaires pour tenir en bon état de fonctionnement les appareils Diatto.

Les dépenses de courant se composent des pertes par plots en charge, des pertes par plots à l'état de repos, et de la consommation d'énergie demandée pour la marche de la voiture.

Les résultats indiqués ci-dessus démontrent que les pertes par plots en charge sont pratiquement négligeables.

Pour les dépenses par plot à l'état de repos, si on prend les derniers essais faits à Lorient le 7 mai 1902, où on a trouvé un isolement total de 15968 ohms pour un développement de 7,522 km, soit un isolement kilométrique de 120 111 ohms et de 25 mégohms par plot, le débit total des plots dans leur état normal ressort à :

$$\frac{500}{15\,968} = 0{,}0313 \text{ ampère.}$$



Soit par plot :

$$\frac{0{,}0515}{210 \cdot 7{,}5} = 0{,}00002 \text{ ampère.}$$

Soit 2 cent-millièmes d'ampère.

Quant à la consommation d'énergie le calcul et l'expérience montrent qu'elle est, par voiture-kilomètre Diatto très peu supérieure à celle par voiture-kilomètre trolley.

Voici des chiffres empruntés aux feuilles résumant l'exploitation des lignes de Lorient (pour le mois de juin 1902) :

En Diatto :		
Kilomètres-voitures effectués	37 571	
Kilowatts-heures	29 773	
Rapport		0,790
En trolley :		
Kilomètres-voitures effectués	19 782	
Kilowatts-heures	14 562	
Rapport		0,730
Différence en faveur du trolley		0,060

Le Diatto n'a donc dépensé que :

$$\frac{0{,}060}{0{,}79} \cdot 100 = 7{,}6 \text{ pour 100 de plus que le trolley.}$$

Avec l'emploi des plots céramo-cristal, des appareils nouveau modèle et du nouveau mode de câblage, les frais nécessaires à l'entretien sont estimés, pour une ligne nouvelle installée dans Paris, de 2000 à 2500 fr par km ; en province, où la main-d'œuvre est deux fois moins chère, on se tirerait d'affaire avec 1200 à 1500 francs par km.

En terminant nous nous permettrons de faire connaitre l'avis de M. Julius, dont nous avons parlé précédemment.

M. Julius répondant à la question suivante :

« Le système Diatto peut-il sérieusement entrer en ligne de compte pour l'équipement des lignes de tramway là où le trolley est proscrit? » dit :

« Pour notre part, nous n'hésitons pas à répondre catégoriquement dans le sens affirmatif; l'appareil Diatto est un outil merveilleux qui, mis entre les mains de personnes qui savent s'en servir, ne peut manquer de rendre les services les plus précieux. D'un prix de revient relativement très peu élevé, d'un entretien qui, tout en étant plus cher que celui des lignes de trolley, reste dans les limites raisonnables, son application paraît tout indiquée là où il s'agit de combler à l'intérieur des villes des lacunes dans le réseau de fils aériens ».

Cet avis d'un ingénieur qui, comme M. Julius, fut chargé, par la Compagnie générale de traction, en qualité d'ingénieur en chef, de diriger l'achèvement et ensuite l'entretien des lignes équipées en Diatto à Paris, était, croyons-nous, intéressant à citer, surtout après le vote émis au Congrès de Montauban et par lequel le Congrès décide de recommander l'étude et l'application des systèmes à contacts superficiels, systèmes qui permettent de satisfaire à toutes les conditions exigées par la traction dans les villes.

GABRIEL LORDEREAU.
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Directeur du syndicat chargé des études
et de la construction du système Diatto.

Société d'exploitation des brevets Dolter, à Paris.

Je viens de lire dans le numéro du 25 août 1902, de *L'Industrie électrique*, un article signé de M. G. Paul, intitulé : *Examen critique des systèmes magnétiques de prise de courant à conducteurs sectionnés*.

Dans cet article, il n'est fait mention, pour le système Dolter, que de la ligne d'essai qui avait été établie, il y a trois ans, entre la Porte Maillot et la Porte des Sablons, dont la description a paru dans votre estimable journal du 10 août 1900; c'est du reste à ce numéro du 10 août 1900 que M. G. Paul a emprunté les figures 4 et 5 de son article.

Les résultats obtenus lors de ces essais ont décidé l'administration de la Compagnie du chemin de fer du Bois de Boulogne à substituer le système magnétique de prise de courant à conducteurs sectionnés, système Dolter, à un système électro-magnétique de courant sectionné dont elle n'était pas satisfaite.

Depuis près de huit mois, le système Dolter assure l'exploitation régulière de la ligne du chemin de fer du Bois de Boulogne entre le pont de Puteaux et le pont de Suresnes, sur une longueur de 4500 m, dont 1000 m sont installés sur des voies publiques très fréquentées, ces voies desservant les champs de courses de Longchamps, et de la Fouilleuse à Saint-Cloud.

Dans l'examen critique de M. Paul sur les contacts magnétiques, il est dit que les appareils du système Dolter ne comportent pas de pièces de sécurité destinées à désélectriser les plots au cas où ceux-ci resteraient sous tension.

Je serais très heureux de voir vos lecteurs se reporter au numéro 207 de *L'Industrie électrique*, en date du 10 août 1900; ils y verraient que le grand bras du levier de la balance comporte un fil fusible destiné à être fondu par le frotteur de sécurité placé à l'arrière des voitures, pour le cas bien improbable où un plot resterait sous tension.

Le *frotteur* ou *collecteur électro-magnétique de courant* placé sous les voitures de la Compagnie du chemin de fer du Bois de Boulogne, est magnétisé d'une façon tout à fait autre que ceux employés soit par le système Diatto, soit par la *Lorrain Steel C°*. Il remédie complètement aux inconvénients reprochés avec raison par M. G. Paul, aux systèmes magnétiques à conducteurs sectionnés.

Il fallait assurer la sécurité de la voie et éviter entre les charbons de contact les étincelles produites par le mauvais état d'isolement des plots, mauvais isolement dû soit au crottin de cheval humide, soit à la neige salée, soit à toute autre cause.

Pour atteindre ce résultat, les frotteurs collecteurs électro-magnétiques, qui se trouvent sous les voitures de la Compagnie du Bois de Boulogne, sont divisés magnétiquement en trois sections. Les deux sections extrêmes sont de faible longueur, et celle du milieu est d'une longueur beaucoup plus considérable.

Cette section de la barre en trois parties a pour objet de pouvoir automatiquement, au moyen des inverseurs des combinateurs de la voiture, aimanter seulement les parties avant et médiane du frotteur, tout en laissant la partie arrière non aimantée, les trois parties de la barre étant toujours en connexion électrique entre elles. On obtient ainsi la chute du levier et la séparation des charbons de contact, avant que le frotteur ait quitté la surface du plot, et la commutation de l'étincelle de rupture, provenant du mauvais état d'isolement des plots, se fait à la surface du plot et non entre les charbons de contact.

Ce dispositif spécial d'aimantation de la barre permet à la fois, et de commuter le courant provenant de dérivation accidentelle au plot suivant, et de rapprocher complètement le frotteur de sécurité du frotteur actif, en lui donnant une longueur suffisante pour assurer d'une façon certaine et à n'importe quelle vitesse, la fusion du fil fusible d'un appareil resté sous tension.

Avec le système Dolter, et grâce aux dispositions décrites ci-dessus, non seulement la sécurité de la chaussée est garantie, mais encore une Compagnie exploitante est certaine de faire un service fréquent et régulier, et de répondre à toutes les exigences d'une circulation ntensive.

Henri Dolter.

INSTALLATION ÉLECTRIQUE A 50 000 VOLTS

DU MISSOURI RIVER

Sans nous proposer de décrire cette installation en détail, bien qu'à certains égards elle le mérite, nous signalerons quelques-unes des particularités dignes d'attention.

La première est qu'elle n'existe pas seulement dans l'imagination des publicistes, ou même en projet, mais qu'elle fonctionne à 50 000 volts depuis le mois de mars, et que son fonctionnement n'a donné lieu depuis cette date à aucune retouche et à aucun accident.

La hauteur de chute est d'environ 10 m. Des travaux hydrauliques intéressants, mais n'offrant de valeur documentaire que pour les ingénieurs d'un pays aussi accidenté, ont permis de créer une chute de 10 000 chevaux, dont 4000 ont été utilisés pour le transport de force motrice à Helena (distance de 30 km), et dont 4500 sont utilisés depuis peu pour le transport de force motrice à 50 000 volts dont nous avons parlé.

Nous ne nous étendrons pas sur la première installation, dont nous ne signalerons même la composition que pour appeler l'attention sur un fait qui s'est produit dans maintes installations d'Amérique : l'adoption un peu inconsidérée du courant diphasé de préférence au courant triphasé, suivie de la substitution finale de ce dernier, malgré les inconvénients qu'il présente en cours d'extension.

Les premières unités électrogènes étaient donc à courant diphasé, d'une puissance de 750 kw, d'une tension de 550 volts, élevée avant la sortie à la tension de 10 000 volts par transformateurs stationnaires, abaissée enfin à l'autre bout de la ligne à 2200 pour la distribution locale.

Les extensions comportent 6 unités de 750 kw avec transformateurs et avec excitatrices séparées comme dans le premier cas, sauf qu'ici une seule des deux excitatrices installées est commandée directement par turbine, l'autre étant entraînée au moyen d'un moteur asynchrone.

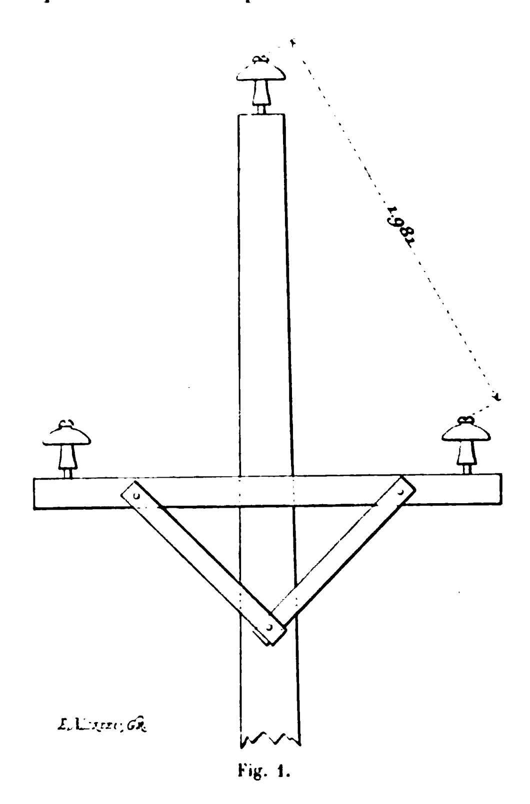


Fig. 1.

Particularité plus importante, et que nous venons déjà de signaler : les alternateurs nouveaux, dont on a conservé la puissance, la vitesse et la tension, sont à enroulement triphasé, commandés par turbines Mac Cormick construites, ainsi que les premières, par la Compagnie Westinghouse.

On n'a pas cru devoir se borner à l'extension de l'usine par adoption d'unités triphasées, mais on a été cette fois, comme souvent aux États-Unis, plus catégorique, et on a transformé entièrement les enroulements des premières machines, ce qui a conduit à un remaniement complet des tableaux de distribution.

Nous ne nous étendrons pas sur la description de l'usine.

La galerie portant le tableau de distribution est superposée aux turbines au lieu d'être développée parallèlement à celles-ci ou confinée à l'extrémité de l'usine comme dans la plupart des cas.

Les transformateurs sont portés par la même galerie

que le tableau de distribution, derrière lequel ils sont placés.

La composition des panneaux est à peu près la composition généralement admise aux États-Unis.

La puissance des transformateurs employés est aussi assez courante en ce pays, chacun d'eux représentant 950 kw, du type à bain d'huile et à circulation d'eau.

La ligne de transport de force motrice à 50 000 volts, d'une longueur de 100 km, aboutit à Butte.

Elle comporte deux séries de poteaux distants d'environ 30 m, chaque série supportant un groupe de trois câbles disposés en triangle équilatéral :

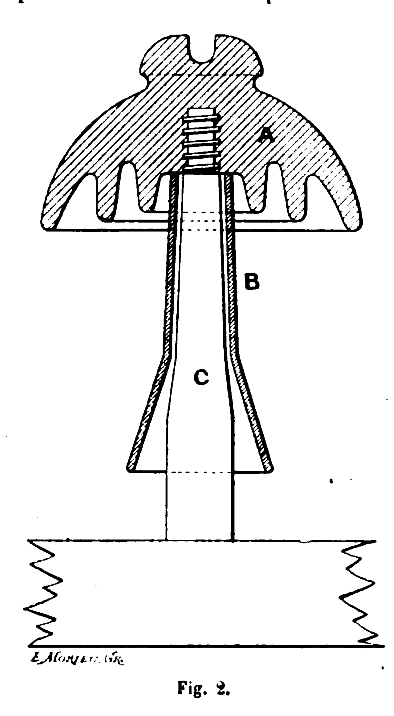


Fig. 2.

Distance des fils : 1,98 m;

Disposition de ceux-ci représentés figure 1 ;

Chaque conducteur composé d'un toron de sept fils de cuivre, d'une section de 54 mm².

L'isolateur A est supporté par une tige en chêne, comme dans la plupart des installations américaines, mais il est caractérisé ici par l'emploi d'un manchon de verre B entourant la tige de chêne C (fig. 2).

Dans la préparation de celle-ci on a eu soin non seulement de la sécher, mais de la bouillir dans la paraffine, et on a reconnu qu'à sec son seul isolement intrinsèque suffisait sous 50 000 volts.

On a adopté le manchon de verre assez long qui le recouvre pour maintenir la tige aussi sèche que possible dans la plus grande partie de sa longueur.

L'expérience paraît sanctionner entièrement les dispositions prises, malgré les pluies continuelles et l'humidité du pays, conditions d'ordinaire si préjudiciables au bon fonctionnement des lignes à haute tension.

P. L.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Quelques accidents électriques. — La première semaine de septembre a été marquée par deux accidents curieux qui ont eu lieu en des points assez éloignés l'un de l'autre : à Glasgow et à Londres.

A Glasgow, ce fut un accident sérieux de tramway qui eut lieu le soir, dans lequel plusieurs personnes ont été blessées, et dont une a été tuée. Glasgow est une ville très accidentée, et malgré cela la circulation des tramways électriques est très active ; un de ces tramways venait de gravir une forte rampe, lorsque le frein ne voulut pas fonctionner, parce qu'une clavette qui réunissait les sabots au levier de commande se détacha et s'échappa. Aussitôt la voiture commença à descendre la pente, et le malheur voulut que le mécanicien ne put employer le frein électrique. Le car vint rencontrer une autre voiture qui montait et, chose curieuse, ni l'un ni l'autre ne sortirent des rails, mais les deux continuèrent à descendre ensemble, et vinrent rencontrer un troisième car. Les trois cars réunis continuèrent alors à rouler jusqu'au moment où ils déraillèrent au bas de la rampe et pénétrèrent dans des magasins. La plupart des voyageurs se blessèrent en sautant, et on affirme, que les conducteurs des trois cars ont aussi sauté, mais l'enquête vérifiera ces dires.

L'accident de Londres a été occasionné par l'explosion soudaine d'une portion de trottoir devant *The Comedy Theatre*. De grandes flammes s'élevèrent aussitôt et un passant fut atteint. Actuellement on ne connait pas encore la cause de cet accident, mais beaucoup de dégâts se produisirent avant qu'on ait pu éteindre les flammes.

La fourniture des machines de la station centrale de Glasgow. — Une petite discussion s'est élevée dans les colonnes de l'*Electrical Review* relativement à la question d'une fourniture de machines pour les tramways électriques du Conseil municipal de Glasgow.

On se souvient peut-être que la corporation avait engagé M. Parshall comme ingénieur-conseil, et que lorsqu'on eut envoyé les soumissions, cet ingénieur recommanda l'acceptation de celle de MM. E.-P. Allis et Cie, de Milwaukee, bien que leur prix fût beaucoup plus élevé que celui des fabricants anglais. Il en résulta des réclamations qui causèrent bien des ennuis à la Compagnie, et on ne put éviter un scandale qu'en divisant la soumission ; on a donné deux des machines à M. Musgrave fils.

Maintenant que les quatre machines ont fonctionné pendant quelque temps, des rivalités se sont produites non seulement pendant le montage mais aussi pendant le fonctionnement.

Il paraît que, récemment, M. Parshall a écrit une lettre très élogieuse à MM. E. P. Allis et Cie, relativement au fonctionnement de leurs machines, et ces derniers ont

publié cette lettre sous la forme d'une annonce. Naturellement, les ingénieurs anglais et l'industrie entière sont très irrités et l'*Electrical Review* a publié un article très indigné sur ce sujet. M. Parshall a répondu en disant que la E. P. Allis et Cie a publié cette lettre par suite d'un malentendu, mais cette excuse est peu valable. La transaction est très discréditable du commencement à la fin, et il est curieux de voir dans l'affaire entière que les Conseils municipaux anglais ne s'occupent plus de prendre des renseignements sur leurs ingénieurs-conseils. M. Parshall a été employé par la *General Electric C°* d'Amérique, et il paraît qu'il est venu en Angleterre pour s'établir comme ingénieur-électricien au moment où a commencé l'invasion des machines américaines. On attend généralement d'un ingénieur-conseil qu'il soit absolument désintéressé. M. Parshall paraît certainement avoir bien exécuté cette partie de ses devoirs quant aux manufactures anglaises, car ses préférences pour elles n'existent pas, mais il n'en est pas de même, semble-t-il, pour les machines de provenance américaine.

Une ligne électrique sur le chemin de fer du Nord-Est. — Il y a quelque temps que nous avons annoncé que le chemin de fer du North Eastern demanda des soumissions pour équiper électriquement 60 km de ses lignes dans le voisinage de Newcastle. Nous avons appris quelques détails sur la transformation, desquels il paraît résulter que l'énergie électrique sera fournie par la *Newcastle-upon-Tyne Electric Supply C°*, et qu'elle sera distribuée par courants triphasés à haute tension à 40 périodes par seconde et 6000 volts. Elle sera transformée dans des sous-stations par des moteurs générateurs ou des convertisseurs tournants, pour utiliser le courant à une tension qui n'excède pas 650 volts, et ce courant sera transmis aux trains par des rails de contact tout le long de la voie. Les voitures auront une longueur totale de 14 m et elles auront chacune huit compartiments, en plus d'un pour le mécanicien ou le conducteur du train. Dans une voiture de chaque train deux compartiments seront réservés pour les bagages, et la contenance totale d'un train sera de 204 voyageurs, dont 24 en première classe. Il y aura un moteur sur chaque « bogie », ou deux pour une voiture; les moteurs sont montés sur les essieux, qu'ils n'actionnent pas directement. Chaque train consistera en deux voitures à moteur et une remorquée, ils devront marcher à une vitesse moyenne de 116 km par heure en comprenant un arrêt de 20 secondes à chaque station. Sur une voie on utilisera des locomotives électriques pour remorquer six trains de marchandises par heure. Chaque locomotive pèsera 150 tonnes. On propose d'avoir plus tard 47 trains en marche, et on espère finir la ligne entière en douze mois. On peut dire que cette nouvelle installation de la Compagnie de chemin de fer est due à la grande concurrence des tramways électriques dans le district de Newcastle et le pays environnant, qui a causé une grande diminution des recettes des trains locaux.

L'Institut des ingénieurs-électriciens. — Cette Société vient de publier la nouvelle liste de ses membres de laquelle il paraît résulter qu'il y a 3828 membres et 578 étudiants.

Ce chiffre accuse une augmentation de 20 pour 100 sur l'année dernière, ce qui est très satisfaisant, mais il reste à voir si cette augmentation se maintiendra si on se décide à augmenter la cotisation.

Presque tout le monde se plaint que les communications que l'on fait aux réunions sont d'un intérêt médiocre, et que certaines réformes sont nécessaires, en particulier dans la constitution du bureau.

Au contraire, les discours qu'on a faits dans les sections locales à Manchester et à Glasgow sont excellents, et on se demande si le Conseil n'exerce pas une action plus ou moins paralysante, ou si c'est qu'on n'offre pas de meilleures thèses. On admet en général que cette dernière hypothèse est la plus exacte et pour deux raisons : l'une est que l'*Institution of Civil Engineers* accepte aussi des thèses sur l'électricité, et les ingénieurs en vue d'obtenir un plus grand effet préfèrent lire leurs thèses devant la société la plus importante; l'autre est que les discussions sont entretenues pour la plupart par des professeurs, qui parlent trop et traitent tout à leur point de vue personnel.

Par exemple, on connaît bien un certain professeur qui dit régulièrement qu'il a inventé la même chose il y a tant d'années, quel que soit le sujet soumis à la discussion. Nous espérons qu'on fera quelque chose pour améliorer le ton de ces discussions, et aussi la qualité des thèses lues.

Une voiture électrique d'arrosage. — Le Conseil municipal de Croydon, une ville importante près de Londres, a installé une voiture d'arrosage électrique sur son réseau de tramways électriques pour arroser la route. Comme forme, elle ressemble beaucoup à une voiture d'arrosage ordinaire, mais le réservoir est cylindrique, et il contient 5000 litres d'eau, ce qui est suffisant pour arroser 11 km de route.

Deux pompes mues par l'arbre moteur de l'induit chassent l'eau par les tuyaux, mais ces derniers sont arrangés de telle sorte qu'un courant d'air chasse toute la poussière hors des rails d'abord, et la boue est ensuite enlevée par quatre brosses en acier fixées sur le devant de la voiture. Cette voiture est actionnée par des moteurs électriques semblables à ceux des tramways.

Les lois sur les tramways. — On vient de décréter au Parlement que les voitures publiques ne doivent pas porter plus que le nombre de voyageurs réglementaire, et le Conseil municipal de Leeds a tâché de changer cela. Ces messieurs ont décidé que, les journées pluvieuses, on devrait permettre aux conducteurs de prendre un excès de voyageurs, et qu'ils devront juger eux-mêmes le temps. De même, les jours de fête, il est convenu qu'on accepterait 8 voyageurs de plus, et ils ont passé une loi

locale à cet effet. Ils furent tout de suite assignés par la police devant le tribunal, et les magistrats ont infligé au Conseil municipal une amende pour contravention à la loi. On attend le prochain dénouement de ce procès avec intérêt, car la question montre que la lutte des municipalités contre le gouvernement est loin d'être terminée.

C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séances des 18 et 25 août 1902.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

Séance du 1er septembre 1902.

Électrolyse de mélanges de sels. — Note de M. Anatole Leduc. — Je me suis beaucoup préoccupé, au début des expériences sur l'électrolyse de l'azotate d'argent dont j'ai eu l'honneur de communiquer les résultats à l'Académie (¹), des impuretés que pouvaient contenir le bain et l'anode destinée à le régénérer.

M. Férent, directeur du laboratoire d'essais de la maison Lyon-Allemand, a bien voulu préparer spécialement pour moi la quantité d'argent pur dont j'avais besoin au départ. L'essai a montré que ce lingot renfermait moins d'un dix-millième d'impuretés. Dans les expériences successives, les anodes étaient formées par le métal recueilli à la cathode dans les opérations précédentes, affiné encore par cela même. Mais, comme on ne saurait prétendre à la pureté parfaite, j'ai tenu à me rendre compte de l'influence des métaux étrangers dans le bain.

Ainsi que j'ai eu l'occasion de le dire ailleurs (²), diverses expériences sur l'électrolyse de mélanges de sels, et notamment celles de G. Wiedemann et de M. Bouty, laissaient supposer que les métaux inférieurs à l'argent dans la classification de Dumas n'auraient qu'une influence très faible ou négligeable, au moins dans certaines conditions.

Pour être bien fixé sur ce point, j'ai réalisé deux séries d'expériences, dans lesquelles j'ai additionné le bain d'azotate d'argent de quantités croissantes d'azotate de potassium ou de cuivre, de manière que la concentration totale fût à peu près normale (une valence-gramme par litre).

Deux voltamètres identiques, placés en série, recevaient : l'un un bain pur, l'autre le bain impur. S'il se dépose sur la cathode de ce dernier du potassium ou du cuivre, chaque gramme de ceux-ci prend la place de 3 g environ d'argent : la pesée accusera donc un déficit de 2 g. D'autre part, chaque gramme de potassium réagissant secondairement sur l'eau donnera lieu à un déficit de 3 g environ.

Voici les résultats obtenus avec des cathodes de 100 cm² et des anodes de 18 cm² :

1° *Addition d'azotate de potassium.* — Que la concentration en azotate de potassium soit 0,05 normale ou demi-normale, avec un courant voisin de 1 ampère, je n'ai observé qu'un déficit insignifiant : 1 dix-millième tout au plus.

Enfin, avec un bain 0,9 normal en potassium et par suite décinormal en argent, et un courant de 1 ampère, le dépôt est spongieux et ne peut être pesé avec précision; mais si l'on réduit le courant à 0,5 ampère le dépôt redevient cristallin et le déficit est encore inférieur à 1 dix-millième.

Il faut en conclure que le potassium libéré par l'électrolyse réagit complètement et uniquement sur l'azotate d'argent.

2° *Addition d'azotate de cuivre.* — Les résultats sont à peu près les mêmes, tant que la concentration en cuivre ne dépasse pas la décinormale. Dans ce dernier cas, avec un courant de 1 ampère, la différence des dépôts n'atteint que 1 mg sur 27 g.

Avec un bain demi-normal en cuivre et en argent, et un courant de 0,5 ampère seulement, cette différence n'a pas atteint 2 dix-millièmes.

Conclusion. — On voit qu'il n'y a pas lieu de se préoccuper outre mesure des quelques millièmes d'impuretés que peut renfermer l'argent considéré comme pur dans le commerce, lorsqu'elles sont constituées par les métaux inférieurs à l'argent dans la classification de Dumas. La présence des métaux supérieurs serait plus fâcheuse. Mais leur proportion n'est jamais très élevée, et leurs équivalents électrochimiques ne diffèrent généralement pas beaucoup de celui de l'argent; enfin surtout, en raison de ce qui précède, ces métaux seront éliminés du bain dès les premières opérations où ils seront employés.

(¹) *Comptes rendus* des 7 et 8 juillet 1902.

(²) Rapport présenté au Congrès international de physique réuni à Paris en 1900 : *Sur l'équivalent électrochimique de l'argent, etc.*

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

319 006. — **Hockmeyer.** — *Système de commande électrique automatique pour organes régulateurs* (24 février 1902).

319 024. — **Parsons et Sloper.** — *Perfectionnements dans les systèmes téléphoniques* (24 février 1902).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris — Cette Société, ayant son siège 7, rue Scribe, a pour objet : 1° l'accomplissement des formalités nécessaires pour obtenir

la rétrocession de la concession, accordée par la Ville de Paris, le 23 décembre 1901, du chemin de fer souterrain à traction électrique destiné à relier le quartier Montparnasse à la butte Montmartre et de ses prolongements et adjonctions; 2° l'établissement et l'exploitation dudit chemin de fer; 3° l'établissement et l'exploitation de toutes lignes qui sont ou seront concédées par les pouvoirs publics; 4° toutes opérations financières, immobilières ou autres, se rattachant aux objets cidessus.

La durée de cette Société est fixée à soixante-quinze années à compter de sa constitution définitive.

Le fonds social est fixé à 2 millions de francs, divisé en 8000 actions de 250 fr chacune à souscrire en espèces. Il pourra être augmenté en une ou plusieurs fois par décision de l'Assemblée générale des actionnaires, sur la proposition du Conseil d'administration et au moyen de la création d'actions nouvelles. Dans toute augmentation de capital par voie d'émission de nouvelles actions de numéraire, il sera réservé un droit de préférence pour la souscription des actions nouvelles aux propriétaires de toutes les actions de capital et de jouissance, sauf décision contraire de l'Assemblée générale.

La Société pourra, sur la proposition du Conseil d'administration, émettre des obligations en vertu d'une décision de l'Assemblée générale délibérant dans les conditions d'une Assemblée ordinaire en se conformant aux prescriptions de la loi du 11 juin 1880.

La Société est administrée par un Conseil composé de sept membres au moins, et de quinze au plus, nommés par l'Assemblée générale des actionnaires et toujours rééligibles. Les administrateurs devront être Français.

Chacun des administrateurs doit être propriétaire de 100 actions de la Société; ces actions sont nominatives, inaliénables, frappées d'un timbre indiquant leur inaliénabilité et déposées dans la caisse sociale : elles demeurent affectées à la garantie des actes de la gestion.

Le Conseil d'administration est investi des pouvoirs les plus étendus pour l'administration de la Société.

Les opérations relatives : aux emprunts avec affectation hypothécaire, aux acquisitions d'immeubles destinés à l'emploi des réserves, aux aliénations de ces immeubles, aux conventions avec d'autres entreprises de chemins de fer, devront être soumises à la ratification d'une Assemblée générale.

Les actionnaires se réunissent chaque année, dans le courant du premier semestre, en Assemblée générale ordinaire, au siège social, ou dans tout autre lieu à Paris, désigné par le Conseil d'administration.

Des Assemblées générales, autres que l'Assemblée annuelle, peuvent être convoquées par le Conseil d'administration, lorsqu'il en reconnait l'utilité, ou par le ou les commissaires en cas d'urgence, dans les termes de la loi du 24 juillet 1867.

Les convocations aux Assemblées générales annuelles sont faites par un avis inséré quinze jours au moins à l'avance, dans deux journaux d'annonces légales, se publiant à Paris. Ce délai est réduit à huit jours pour toutes les autres assemblées générales.

L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre; par exception le premier exercice comprendra le temps à courir jusqu'au 31 décembre 1903.

Il est dressé chaque semestre, par les soins du Conseil d'administration, un état sommaire résumant la situation active et passive de la Société, qui est tenu à la disposition des commissaires.

Il est en outre établi chaque année un inventaire contenant l'indication des valeurs mobilières et immobilières et de toute les dettes actives et passives de la Société. Dans cet inventaire, le Conseil d'administration détermine l'amortissement industriel qu'il juge utile de faire subir aux biens et valeurs de la Société.

L'inventaire, le bilan et le compte de profits et pertes sont mis à la disposition des commissaires, quarante jours au moins avant la date fixée pour l'Assemblée générale.

Les produits et revenus de toute nature, défalcation faite des frais généraux, des charges sociales et des sommes qu'il paraîtra convenable au Conseil d'administration de prélever pour toutes provisions ou dépréciations, constituent les bénéfices nets de l'exercice.

Sur ces bénéfices ainsi déterminés, il est d'abord prélevé : 5 pour 100 pour former le fonds de réserve légale. Ce prélèvement deviendra facultatif, lorsque le fonds de réserve aura atteint le dixième du capital social. Il reprendra son cours si la réserve vient à être entamée.

Indépendamment de cette retenue, il sera fait, dans l'ordre ci-après, des prélèvements destinés :

1° A constituer un fonds d'amortissement de façon que le capital social puisse être amorti à raison de 250 fr par action dans la durée de la concession.

La constitution de ce fonds d'amortissement pourra ne commencer que dans le troisième exercice social qui suivra celui pendant lequel la mise en exploitation complète du réseau aura eu lieu.

2° A servir à chaque action un intérêt de 4 pour 100 l'an, sur le capital versé et non amorti.

Sur l'excédent des bénéfices nets de l'exercice, s'il en existe, il sera attribué au Conseil d'administration 10 pour 100 de cet excédent.

L'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, aura le droit de constituer sur le surplus des bénéfices tous fonds de réserve extraordinaire ou de prévoyance.

Enfin le reliquat des bénéfices nets appartiendra à toutes les actions sans distinction.

Pendant la période de construction, le Conseil d'administration pourra, sur le capital versé, attribuer un intérêt qui ne pourra excéder 3 pour 100, et cet intérêt sera porté, en tant que de besoin, au compte de premier établissement.

L'amortissement du capital se fera par voie, soit de tirage au sort, soit de distribution égale entre toutes les actions, soit autrement, dans la forme et aux époques qui seront déterminées par le Conseil d'administration.

L'Assemblée générale peut, sur l'initiative du Conseil d'administration, ou après examen par lui de propositions qui lui seraient soumises par les actionnaires réunissant ensemble au moins le cinquième du capital social, apporter aux statuts toutes modifications reconnues utiles.

Toutefois, l'Assemblée générale ne pourra statuer sur : la dissolution avant terme de la Société; la fusion ou l'alliance avec d'autres Sociétés, que sous réserve des autorisations ou approbations prévues par la loi du 11 juin 1880.

En cas de perte des trois quarts du capital social, le Conseil d'administration convoque l'Assemblée générale à l'effet de statuer sur la continuation ou la dissolution anticipée de la Société, dans ce cas tout actionnaire a le droit d'assister à l'Assemblée, et a autant de voix qu'il possède d'actions, soit comme propriétaire, soit comme mandataire. La résolution de l'Assemblée est, dans tous les cas, rendue publique.

La deuxième Assemblée constitutive déterminant la constitution définitive de cette Société s'est tenue le 10 juin 1902.

Les premiers administrateurs nommés sont : MM. Jules-Charles Roux, Maxime Duval, Albert Chabert, Pierre de la Ville Le Roulx, Louis-Albert Laurans, Jules-Robert de Billy et Auguste Chabrières.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

48 960. — Imprimerie Lahure 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 259

10 Octobre 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION
M. É. HOSPITALIER.
87, boulevard St-Michel. — Paris.
TÉLÉPHONE 812-89

ABONNEMENTS
Paris et Départements : 24 francs par an.
Union Postale : 26 francs par an.

ADMINISTRATION
9, rue de Fleurus, 9
Paris.
TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Les stations centrales de distribution d'énergie électrique de Paris. — Nous publierons dans notre numéro du 25 octobre, la septième édition de la statistique si intéressante et si documentée que notre ami Laffargue prépare avec tant de soin pour les lecteurs de *L'Industrie électrique*.

La situation de notre collaborateur, chargé du service du contrôle des canalisations et des usines électriques de la Ville de Paris, donne à son travail un caractère d'exactitude qu'il serait impossible d'obtenir autrement. Et à ce propos, il ne sera pas inutile de rappeler que les concessions vont expirer dans *quatre* années. Ne serait-il pas temps de se *grouiller* un peu, si l'on ne veut pas se trouver acculé aux solutions de la dernière heure, aux prolongations provisoires, par exemple, triste et digne pendant des douzièmes provisoires auxquels nous condamne chaque année l'activité fébrile de nos députés? Poser la question, hélas! n'est pas la résoudre.

Le Métropolitain. — Une partie de la deuxième ligne du *Métro*, allant de la place de l'Étoile à la place de la Nation par les boulevards extérieurs, a été ouverte au public le mardi 7 octobre, sur un tronçon de 4 km, allant de l'Étoile à la place d'Anvers. Le service sera fait à l'aide de trains de 8 voitures, dont 2 motrices, solidarisées au point de vue des commandes des moteurs par un système à unités multiples que nous décrirons prochainement en détail, en même temps que les installations actuelles aujourd'hui à peu près terminées, à l'exception du réseau.

Congrès de la houille blanche. — Nos lecteurs trouveront plus loin les vœux et résolutions votés par le Congrès en assemblée plénière, à Chamonix, le 13 septembre 1902. Les volumes renfermant les travaux du Congrès, les monographies industrielles et le compte rendu des visites et des excursions paraîtront ultérieurement.

La puissance du préjugé. — En matière d'industrie moderne, la tradition est la négation du progrès, et ce que nous venons de voir à Grenoble, ou plus exactement à Lancey, nous en fournit un nouvel exemple. L'usine électrique qui alimente le tramway de Grenoble à Chapareillan utilise une station génératrice dont les turbines à haute chute (400 m environ), sont alimentées par de l'eau que la compagnie achète à M. Bergès. On mesure l'eau fournie en mesurant, à l'aide d'un très ingénieux déversoir, la quatre-vingtième partie du débit total. La

pression moyenne est déterminée par un manomètre enregistreur, et le produit des deux indications fournit, en kilogrammètres, la quantité brute d'énergie fournie, sous forme hydraulique, par M. Bergès au tramway de Chapareillan. Un esprit simple, métrique ou C.G.S., aurait profité de la simplicité de ces mesures pour tarifier l'énergie hydraulique ainsi fournie à tant de centimes le million de kilogrammètres, déduit directement de ces mesures, mais c'est mal connaître la puissance du préjugé et des habitudes que de raisonner aussi simplement. L'énergie hydraulique brute est tarifée à raison de 100 fr le cheval-an, ce qui est déjà singulier, mais ce qui l'est plus encore, ce cheval-an n'est pas un cheval-an, c'est, en réalité un poncelet-an, car la tarification suppose un rendement des turbines de 75 pour 100, et la puissance 1 cheval est représentée par 100 litres d'eau par seconde sous 1 mètre de chute ou 1 litre par seconde sous 100 mètres. N'est-il pas profondément regrettable de voir qu'en France, le berceau du système métrique, on en soit encore réduit, après avoir mesuré une quantité de travail en unités métriques, à la tarifer en utilisant une unité basée sur une unité empirique de puissance, le cheval, et une unité complexe de temps, l'année de 365 jours de 86 400 secondes chacun? Pour faciliter les calculs et les comparaisons, nous avons réduit en unités métriques et électriques pratiques les unités insolites que nous venons de signaler, et dressé un petit tableau de réduction qui pourra peut-être servir à l'établissement d'une tarification plus rationnelle, ou tout au moins à la comparaison des deux systèmes, l'ancien et le nouveau.

Le jour compte 86 400 secondes et l'année 365 jours, où 31 536 000 secondes. Le *poncelet-an* représente donc :

	3 153 600 000 kilogrammètres
ou	8760 poncelets-heure,
soit environ	8750 kilowatts-heure.

Au tarif ordinaire dans la région, de 100 fr le cheval-an, qui n'est pas autre chose, en réalité, que le poncelet-an, l'énergie brute de la chute est vendue à raison de :

	87,5 kilowatts-heure pour 1 fr
ou	1,15 centime le kilowatt-heure.

Pour un rendement de l'ensemble (turbine et dynamo) de 70 pour 100, l'énergie électrique disponible aux bornes revient à 1,6 centime le kilowatt-heure pour la fourniture de l'eau.

On emploie d'ailleurs, dans la région de l'Isère une autre tarification non moins singulière, basée aussi sur le cheval-an. C'est le cheval-an de *douze* heures, et aussi le cheval-an de *vingt-quatre* heures. Moyennant une somme de tant de francs par an et par cheval de puissance *nominale* d'un moteur, on peut faire fonctionner ou non ce moteur, soit 12 heures soit 24 heures par jour. La puissance du moteur est fixée *à l'estime*, et la durée du fonctionnement journalier est basée sur la bonne foi du consommateur. C'est encore l'âge d'or pour l'industrie hydro-électrique.

Le Poncelet et les documents officiels. — Tout arrive! Nous ne pouvons en croire nos yeux, et cependant il faut bien se rendre à la réalité. La voici dans toute son horreur délicieuse : Le *Poncelet* est reconnu ad-mi-nis-tra-ti-ve-ment comme unité industrielle de puissance. La chose s'est passée sans tambour ni trompette, en famille pourrait-on dire, dans une circulaire adressée par M. le Ministre de l'agriculture — un bon point à M. Mougeot, — à propos d'une interprétation de l'article 12 de la loi du 8 avril 1898 sur la *Police des cours d'eau*, et de l'établissement des barrages sur les cours d'eau non navigables ni flottables. Il s'agissait de défendre les intérêts de la culture, et notamment des prairies, contre des barrages de dimensions telles qu'ils noient les rives et peuvent mettre en jeu la sécurité de toute une vallée.

En attendant un règlement d'administration publique, que le Conseil d'État juge inopportun, la Commission de l'Hydraulique agricole, consultée par le ministre, a été d'avis qu'il convenait de réglementer la question par une *Instruction ministérielle*, mesure administrative d'ordre intérieur que le Ministre a toute qualité pour prescrire. Et nous copions dans l'Instruction ministérielle la phrase suivante :

« Spécialement, lorsque l'usine projetée comportera une « chute d'une puissance brute supérieure à cent *poncelets*, « vous devrez, après la clôture de l'instruction et avant de « prendre votre arrêté, me communiquer tout le dossier de « l'affaire.... »

Espérons que l'exemple donné par le Ministre de l'agriculture sera suivi par les autres ministères, et certains corps constitués, tels que l'Académie des sciences, la Société des Ingénieurs civils de France, etc.

Ainsi le Poncelet, unité de puissance décimale et métrique adoptée officiellement par le Congrès international de mécanique appliquée tenu à Paris en 1889 aura mis *treize ans* à faire son apparition dans un document officiel.

En France tout arrive... à la condition de n'être pas pressé.

La Dactyle électrique. — Il existe un si grand nombre de bonnes machines à écrire purement mécaniques qu'il peut paraître puéril de chercher à les compliquer, au moins en apparence, en y introduisant un appareil électrique exigeant, pour son fonctionnement, soit un réseau de distribution, soit des piles ou des accumulateurs. C'est l'opinion que nous partagions, — et dont nous sommes d'ailleurs revenu, — avant de voir fonctionner la Dactyle électrique de M. Blickensderfer, de Stamford, Conn. (États-Unis), récemment introduite en France par M. Octave Rochefort. En réalité, l'électricité ne joue dans cette machine que le rôle de moteur et supplée aux forces physiques du dactylographe, mais la manœuvre est rendue si douce, si souple et si rapide qu'on ne saurait nier que la machine à écrire électrique réalise un grand progrès, fruit de longues et laborieuses études et de dépenses considérables, sur les machines à écrire ordinaires. Dans la Dactyle électrique, il suffit d'abaisser les touches de 3 mm, sans aucun effort, pour obtenir instantanément l'impression de la lettre avec une régularité et une rapidité d'impression qui n'est dépassée par aucun autre appareil.

Sauf l'introduction du papier, toutes les manœuvres sont automatiques : avance du chariot, retour en arrière, avancement du papier, tout se fait en appuyant légèrement sur les touches, sans aucune fatigue.

La Dactyle électrique est en fait une machine à écrire à moteur, et à moteur électrique de préférence, et nous pouvons la considérer, malgré son fonctionnement purement mécanique, comme appartenant à la grande famille électrique, car sans les réseaux de distribution d'énergie électrique, grâce auxquels il est si facile d'avoir à sa disposition une puissance de quelques watts toujours disponible sur un arbre tournant à vitesse angulaire constante, jamais M. Blickensderfer n'aurait cherché à réaliser la petite merveille de mécanique sur laquelle nous appelons l'attention de nos lecteurs.

— M. *Bourlaine*, directeur de la Banque auxiliaire de l'Industrie, vient d'être arrêté. Ce nom ne dit peut-être rien à nos lecteurs, car il n'avait jamais été imprimé ici; mais le malheur qui frappe ce financier ne saurait les laisser complètement indifférents, car c'est lui qui a essayé de lancer la *Société française de télégraphes et téléphones* (?) *sans fil*, dont les réclames inondent périodiquement quelques quotidiens. M. Bourlaine dirigeait un organe financier, La Bourse, dans lequel le critique désintéressé, indépendant et impartial qu'est M. Émile Gautier nous arrangeait de belle façon.

Ces attaques vont cesser avec la disparition du journal. Nous ne nous en consolerons que bien difficilement. *Lugete...*

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Briançon. — *Traction électrique.* — La construction d'un tramway électrique devant relier Briançon avec la gare, ne serait plus qu'une question d'études à faire pour sa réalisation; on pense pouvoir prolonger la nouvelle voie ferrée jusqu'à Monétier-les-Bains.

ÉTRANGER

Crottorf (Saxe). — *Station centrale.* — La ville de Crottorf, située en Saxe, sur la ligne de chemin de fer de Magdebourg à Halberstadt, occupe à peu près le centre du district de Oschersleben, couvert d'une multitude de petits villages, de fermes et de raffineries, et dont le sol fournit de grandes quantités de céréales. C'est le point choisi par la Hélios Elektricitäts-Aktien Gesellschaft de Köln-Ehrenfeld pour y édifier une usine génératrice destinée à fournir la lumière et la force motrice à tout le territoire environnant. Comme source d'énergie, la Société avait à sa disposition les chutes de la Bode, affluent de la Saal, et une houillère en exploitation tout près de Crottorf. La station comprend donc : 1° trois turbines hydrauliques fournissant chacune, avec chute de 2,70 m et un débit de 645 litres d'eau à la seconde, environ 185 chevaux; toutes les trois attaquent, par engrenage, un même arbre sur lequel est monté un alternateur triphasé; 2° une machine à vapeur compound horizontale, avec un alternateur volant de 3,5 m de diamètre, de 250 chevaux effectifs, qui se substitue aux turbines à l'époque des basses eaux; 3° une deuxième machine à vapeur de 500 chevaux effectifs accouplée directement à un deuxième alternateur-volant. Les bâtiments sont d'ailleurs disposés pour recevoir deux groupes identiques dès que le besoin s'en fera sentir. La tension est de 7000 volts, et l'intensité du courant, de 45 ampères par phase. Toute cette énergie est répartie sur 27 agglomérations, occupant une étendue de pays d'environ 30 km de diamètre. Dans les villages un peu importants, on a séparé les circuits d'éclairage et de force motrice; quelques-uns même possèdent une sous-station avec batterie d'accumulateurs, qu'on charge au moyen d'un groupe moteur-générateur. Dans tous les autres cas, on se sert tout simplement de transformateurs qui abaissent la tension. Ces transformateurs sont logés dans des kiosques en tôle ondulée, ou dans de petites guérites montées sur pilotis. Pour les travaux en plein champ (dépiquage, labourage), ils sont installés sur des chariots ainsi que les moteurs destinés à actionner les machines-outils. Ces applications de l'électricité à l'agriculture sont appelées à rendre de grands services dans les contrées où la main-d'œuvre devient rare.

Saint-Gilles (Belgique). — *Station centrale.* — L'usine de distribution de l'énergie électrique dans cette ville, dont l'adjudication a été donnée à la Société G. Boty, couvre une superficie de près de 1500 m²; elle comprend : deux chaudières de Næyer de 250 m² de surface de chauffe avec fumivores Orvis, pompes Worthington, épurateur Desrumeaux, fonctionnant à la pression de 10 kg : cm² et capables de vaporiser normalement 2000 kg d'eau par heure; deux machines à vapeur, système Walschaerts à soupapes équilibrées, compound à cylindres jumelés, à condensation, de 225 chevaux effectifs, à 120 tours par minute. Un réfrigérant système Zschocke permet la récupération des eaux de condensation; sur l'arbre de chaque machine, une dynamo génératrice de 158 kilowatts, de la construction de l'Union Elektricitäts-Gesellschaft de Berlin, débitant normalement 315 ampères à 500 volts; un groupe survolteur et un groupe compensateur du même constructeur. — Le tableau de distribution, composé de panneaux, permet les extensions successives des machines, batterie et réseau. La batterie, système Tudor, comprend 270 éléments d'une capacité utilisable de 1300 ampères-heure, au régime de décharge en dix heures, et peut être portée, par l'addition de plaques, à une capacité de 1800 ampères-heure. Le poids total de la batterie est de 125 000 kg. — Les blocs de fondation des machines sont établis sur un massif en béton de 2,50 m d'épaisseur. — La salle des machines a 310 m² de superficie. Le massif de béton servant d'assises aux fondations prend appui sur le bon sol à 6 m de profondeur; il permet l'installation d'une troisième unité. La station centrale est susceptible d'alimenter simultanément 5000 lampes à incandescence de 16 bougies d'intensité. Le nombre actuel des abonnés est de 51, représentant 4750 lampes de 16 bougies, chiffre relativement élevé pour un début. — Le réseau, en câbles armés, système à 3 fils, 440 volts, comporte cinq centres de distributions. Il y a 10 km de rues canalisées. Les câbles posés ont une longueur de 35 000 m, sans compter les fils neutres qui représentent 12 000 m. En six semaines, cette canalisation a été terminée.

CORRESPONDANCE

Sur le compoundage électromécanique.

MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF,

Vous m'avez donné la parole, — que je ne demandais pas — au sujet des expressions propres à définir les machines *compoundées* ou *régimées*, etc. Je l'accepte, — pour vous trahir — et protester une fois encore contre les mots *compoundage*, *hypercompound* et autres dérivés du même vocable. Cela n'est ni français, ni anglais, ni grec; c'est du pur galimatias. La terminologie technique doit respecter un peu mieux l'étymologie et la logique.

J'admets — avec regret — *compound*, mot anglais introduit dans notre langue par les mécaniciens, et que les électriciens ont maladroitement recueilli. L'usage en est sans doute trop général aujourd'hui pour revenir en arrière. Mais ses dérivés polyglottes! Il faut les barrer résolument.

De quoi s'agit-il, en somme? De machines où la variation de la tension corrélative de celle du débit est *compensée*. Appelons donc, si vous voulez, machines *compensées* toutes celles qui viseront ce résultat. Nous les distinguerons ensuite par le procédé de compensation, qui pourra être soit l'emploi du double enroulement ou enroulement compound, soit le régimage du moteur, soit les deux à la fois. Mais quel dérivé du mot compound faudrait-il employer pour désigner la combinaison de ces deux moyens? Sous peine d'en arriver à des mots tels que *hyperbicompound* (!!) il faut recourir à des périphrases. Prenons-en le temps, et alors parlons français, voulez-vous?

Votre dévoué. R.-V. PICOU.

MON CHER AMI,

A propos d'un article de M. Guilbert sur le compoundage électromécanique des groupes électrogènes — article paru récemment dans *L'Eclairage électrique* — vous avez soulevé dans le numéro du 10 septembre de *L'Industrie électrique* une question de terminologie.

Le problème posé est le suivant : trouver un mot signifiant procédé de réglage automatique de la tension et de la vitesse d'un groupe électrogène par réaction du courant principal.

J'ai proposé (à défaut d'un mot), l'expression compoundage électromécanique que je tiens pour fort correcte et que je vais tâcher de légitimer à vos yeux.

Voyons d'abord quelles significations ont eues jusqu'à ce jour les mots compound, compoundé et compoundage, et quelle est, en particulier, la définition que l'on peut donner de ce dernier mot.

Le mot compound, d'origine anglaise, signifie composé. Dans le domaine de la construction électromécanique, il a été pour la première fois appliqué aux machines à courant continu dans lesquelles on employait, pour maintenir automatiquement la constance de la tension, l'artifice d'un double bobinage; étymologiquement les dynamos compounds sont donc des machines comportant deux bobinages inducteurs composés; mais ce n'est là, hâtons-nous de le faire remarquer, *qu'une disposition particulière* qui ne pourrait servir à définir qu'un *type* et non une *classe* de machines.

Ce qui caractérise le procédé, qu'on a appelé compoundage, c'est, indiscutablement, l'utilisation de la variation du courant pour maintenir automatiquement la constance de la tension par accroissement ou diminution de l'excitation.

C'est en envisageant le procédé employé, et non pas la composition du bobinage inducteur, qu'on a pu classer parmi les machines compounds, les alternateurs de production récente, tels que ceux de MM. Leblanc et Boucherot, dont les inducteurs ne comportent qu'*un seul bobinage*.

[Pour les puristes on pourrait admettre une distinction et dire que ces dernières machines sont, non pas compounds, mais « compoundées », en considérant que l'effet cherché est obtenu à l'aide de dispositifs extérieurs.]

Le compoundage est caractérisé non seulement par le moyen employé, mais encore par les résultats obtenus ; il jouit à cet égard de la propriété toute spéciale de permettre un réglage à tension *croissant* avec la charge.

Pour plus de clarté dans ce qui précède, j'établirai un parallèle entre le compoundage et le réglage automatique de la tension par les régulateurs voltmétriques (Ganz, Thury, etc.).

Le compoundage utilise la variation progressive du courant dans toute son étendue depuis zéro jusqu'à la valeur correspondant à la pleine charge.

Le régulateur voltmétrique utilise les petits écarts de la tension au voisinage de sa valeur normale.

Le compoundage permet de régler à tension constante ou encore à *tension croissant avec la charge*. Avec le régulateur voltmétrique la tension est forcément plus faible en charge qu'à vide.

Il faut remarquer que si l'on appliquait à une distribution à intensité constante un procédé de réglage utilisant la réaction des variations de tension, on réaliserait encore un compoundage.

La définition générale du compoundage devrait donc être la suivante : le compoundage est un procédé utilisant les réactions de l'élément variable de la distribution pour maintenir la constance du second facteur.

Si nous envisageons maintenant le problème du réglage d'un groupe électrogène — qui est le vrai problème pratique — nous constatons qu'une manœuvre mécanique est indispensable.

Avec les dispositifs de compoundage employés jusqu'à ce jour pour les générateurs électriques, on supposait implicitement la vitesse maintenue constante par un régulateur mécanique. On avait donc d'une part le réglage électrique, et d'autre part, le réglage mécanique.

On aurait tort, à mon avis, de considérer comme constituant deux problèmes différents ces deux faces d'un même problème; toutefois, pour permettre une comparaison plus facile, je supposerai tout d'abord mon régulateur appliqué au réglage de la tension d'un générateur électrique dont la vitesse serait maintenue constante à l'aide d'un régulateur mécanique indépendant.

Quel est le moyen employé? L'utilisation des variations du courant principal.

Sur quoi agit-on? Uniquement sur l'excitation.

La loi de la variation de tension? La tension est à volonté constante ou croissante avec la charge.

Nous sommes donc bien dans le domaine du compoundage et mes générateurs sont bien, sinon compounds, tout au moins compoundés.

Est-il besoin de faire remarquer que le double bobinage, « le parrain du compoundage », se retrouve dans le régulateur lui-même qui est mis en action par les ampères-tours « composés ».

Le moyen nouveau que j'emploie consiste à faire réagir le courant principal sur un organe régulateur spécial au lieu de chercher à lui faire fournir directement l'excitation supplémentaire sur l'ensemble du système inducteur; comme conséquence heureuse j'obtiens ainsi une appréciable simplification tant dans la construction du générateur que dans la construction des transformateurs de compoundage dont la puissance est considérablement réduite. J'obtiens, de plus, un réglage beaucoup plus parfait puisqu'il est ajustable à volonté par le rhéostat d'excitation.

Le *même* dispositif me permettant d'obtenir le réglage de l'ensemble du groupe électrogène, je crois logique de conserver le mot « compoundage » pour désigner la solution générale que j'ai indiquée; je l'ai qualifié d'électromécanique pour rappeler la dualité de réglage et pour éviter toute confusion.

Espérant que ces explications recevront la sanction de votre compétente approbation, veuillez agréer, etc.

(*A suivre.*) J.-L. Routin.

Tramways à contacts superficiels.

Monsieur le Rédacteur en chef,

Dans le numéro du 25 août, vous publiez une étude de M. G. Paul sur les divers systèmes à contacts superficiels, à conducteurs sectionnés et à action magnétique. M. Paul trouve que tous les systèmes qu'il décrit ne donnent pas une sécurité complète et que les accidents sont toujours à redouter. Il pense, avec raison, qu'un système à contacts superficiels doit être tel qu'il puisse, non seulement interrompre dans le plot les courants de dérivation qui atteignent 15 et 20 ampères par le salage des rues en temps de neige ou simplement par la présence d'un liquide électrolytique à la surface du sol, de l'urine de cheval par exemple; mais aussi le courant total de la voiture. Je trouve qu'il a raison, et c'est imbu de ces idées que j'ai étudié et mis au point un plot qui remplit complètement toutes ces conditions. Une de nos boîtes de contacts a pu interrompre 5300 arcs de 15 ampères sans aucune détérioration.

Le système de traction que nous avons mis au point et qui fonctionne sur une piste d'essai à Neuilly est à double effet, n'employant pas les rails comme retour; le plot est positif à l'avant de la voiture et négatif à l'arrière. Nous pouvons ainsi être complètement maître de notre canalisation et de son isolement.

J'ai cru, Monsieur le Directeur, devoir vous signaler les travaux que nous avons poursuivis et qui répondent aux désirs exprimés par M. G. Paul dans son article.

Veuillez agréer, etc.

D. Cruvellier.

GÉNÉRATRICE ASYNCHRONE
DE COURANTS ALTERNATIFS POLYPHASÉS
SYSTÈME GRATZMULLER

Tout le monde connaît la génératrice asynchrone de courants polyphasés de M. M. Leblanc. On sait que, dans cette machine, tous les courants magnétisants doivent être fournis par le réseau sur lequel la génératrice débite des courants wattés. On sait également que le fécond inventeur a montré qu'une telle génératrice devient auto-excitatrice si on intercale des condensateurs dans les circuits polyphasés du rotor ; elle ne demande alors plus de courants déwattés au réseau. En nous inspirant des idées de M. Leblanc, nous arrivons au même résultat final en remplaçant l'induit d'alternateur à courants polyphasés constituant le rotor par un induit à courant continu du même nombre de pôles et intercalant des self-inductions entre des balais recueillant des courants polyphasés sur le collecteur de cet induit.

Pour bien faire comprendre la théorie, considérons d'abord un alternateur, à pôles saillants bipolaires (fig. 1)

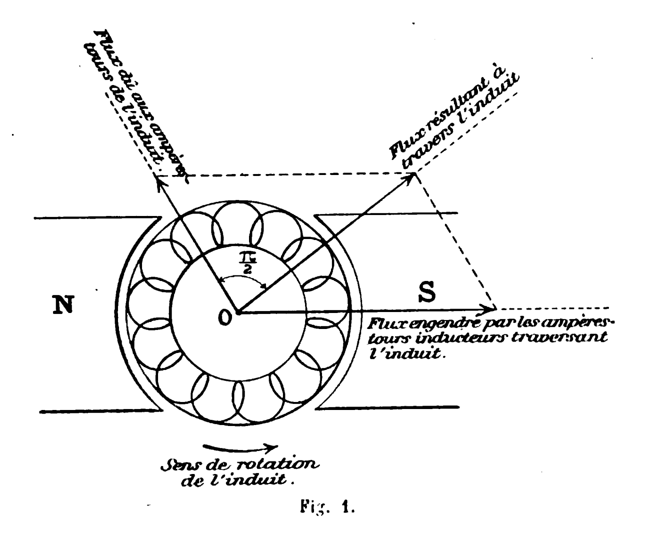


Fig. 1.

et à courants polyphasés pour fixer les idées, dont l'induit est constitué par un induit de machine à courant continu à collecteur.

Considérons les vitesses comme positives dans le sens de la rotation de l'induit. Si, dans le nouvel alternateur, on imprime une vitesse ω_1 à l'induit et une vitesse ω_2 aux balais, il faudra, pour rendre l'alternateur auto-excitateur, mettre des condensateurs entre les balais si ω_1 et ω_2 sont de même signe, et des self-inductions si ω_1 et ω_2 sont de signes contraires.

En effet, entre deux lames du collecteur distantes de $\frac{2\pi}{n}$, la tension peut être représentée par $e \sin \omega_1 t$, et entre deux balais elle sera $e \sin \omega_2 t$.

Or, l'induit débitant sur des résistances non inductives, d'une part, le flux de réaction d'induit est décalé de $\frac{\pi}{2}$ sur le flux résultant dans le sens de la rotation de l'induit par rapport à ce flux résultant, quelle que soit la position des balais. On sait en effet que, pour un alternateur ordinaire, cela est vrai à chaque instant. Or, à une certaine position des balais correspond une circulation des courants induits qui est la même que celle obtenue dans un alternateur qui serait constitué en soudant les balais sur le collecteur, et reliant ces balais à des bagues. Cela étant vrai pour une position quelconque des balais sur le collecteur, notre affirmation se trouve ainsi démontrée.

Le flux de réaction d'induit étant fixe par rapport au flux résultant, il faut que le sens de rotation du flux tournant de l'induit par rapport aux balais change suivant que les balais tournent dans un sens ou dans l'autre par rapport au flux résultant. La position du flux tournant, ou, ce qui revient au même, la situation dans l'espace des courants d'induit est déterminée par la position des balais et par la phase des courants circulant entre balais dans l'induit. Si on intercale des capacités, on avancera le champ tournant dans sa position par rapport aux balais. Si on intercale des self-inductions, on retardera au contraire le flux dans sa rotation.

Il en résulte les conséquences suivantes :

1° Si les balais tournent par rapport au flux résultant dans le sens de la rotation de l'induit, il faut mettre des capacités entre balais pour donner au flux de réaction d'induit une composante dans la direction du flux résultant;

2° Si les balais tournent par rapport aux inducteurs en sens inverse de la rotation d'induit, il faut mettre des self-inductions entre balais pour donner au flux de réaction une composante dans la direction du flux résultant.

Conclusion. — Dans un alternateur à pôles saillants, où la direction du flux résultant est en quelque sorte imposée par le fer, on peut obtenir l'auto-excitation en fermant le circuit sur des self-inductions, à condition de faire tourner les balais en sens inverse de la rotation de l'induit.

On ne peut s'empêcher de comparer cette auto-excitation par réaction à l'auto-excitation d'une dynamo shunt par décalage de balais sur la ligne neutre en arrière du mouvement. Tandis que dans la dynamo shunt les ampères-tours de l'induit dans l'espace sont fixes uniquement par le calage des balais, dans l'alternateur à balais tournants la position dans l'espace des ampères-tours de l'induit dépend des self-inductions ou des capacités intercalées entre balais.

On peut donc énoncer le théorème suivant :

Soit un induit à courant continu traversé par un certain flux ; intercalons des self-inductions entre des balais recueillant des courants polyphasés sur son collecteur. Si les balais et l'induit tournent en sens inverse par rapport au flux résultant, on obtient un flux de réaction d'induit

faisant un angle plus petit que $\frac{\pi}{2}$ avec le flux résultant, et par suite ayant une composante dans la direction et le sens du flux.

La théorie de la génératrice avec stator et rotor s'en déduit comme suit :

Considérons un stator de moteur d'induction, bipolaire par exemple, pour fixer les idées. Ce stator est bobiné pour engendrer des courants polyphasés d'un nombre quelconque de phases. Remplaçons le rotor du moteur d'induction par un induit à courant continu bipolaire également avec n balais distants de $\frac{2\pi}{n}$ sur la périphérie du collecteur (fig. 2). Dans la figure nous

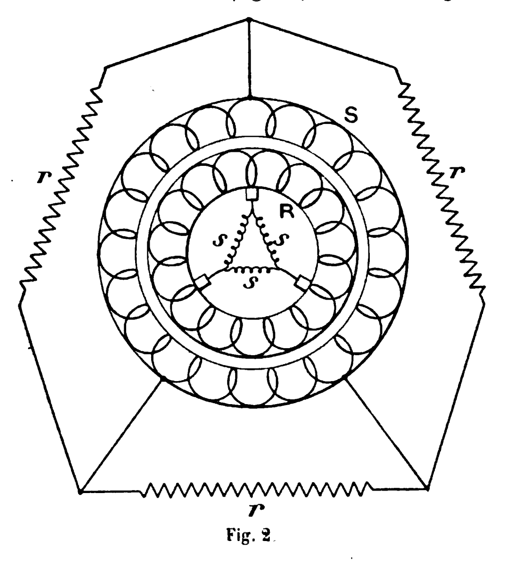


Fig. 2.

avons supposé les enroulements en anneau et trois phases seulement sur chaque enroulement.

Supposons que nous envoyions par des sources extérieures des courants polyphasés à n phases de fréquence ω' par les n balais et que nous fassions tourner le rotor à une vitesse ω dans le même sens, plus grande que la vitesse ω' du champ tournant engendré. Des courants prendront naissance dans les enroulements du stator, si nous fermons les circuits polyphasés sur des impédances que nous supposons, pour simplifier, également réparties sur les n phases.

Voici le diagramme du fonctionnement, en supposant qu'il n'y a pas d'hystérésis ni de courants de Foucault dans le fer.

Soit OR (fig. 3) le flux total dû aux ampères-tours du rotor, R'R représente le flux dû au rotor ne traversant pas le stator, c'est-à-dire le flux de fuite du rotor.

Soit OS le flux total du stator, S'S étant le flux du stator ne passant pas dans le rotor, c'est-à-dire le flux de fuite du stator. La somme géométrique de OR' et de OS' est le flux commun OΦ aux deux enroulements.

Cherchons maintenant quelles sont les forces électromotrices qui interviennent pour produire les forces magnétomotrices créatrices des flux considérés :

Représentons par e_s dans la direction o_s la force électromotrice résultante en phase avec le courant du stator, elle est la somme géométrique d'abord de e_{s1}, force électromotrice induite par le flux Φ, et de e_{s2}, somme géométrique de la force électromotrice induite par le flux S'S et de la force électromotrice de self-induction, s'il y en a extérieurement.

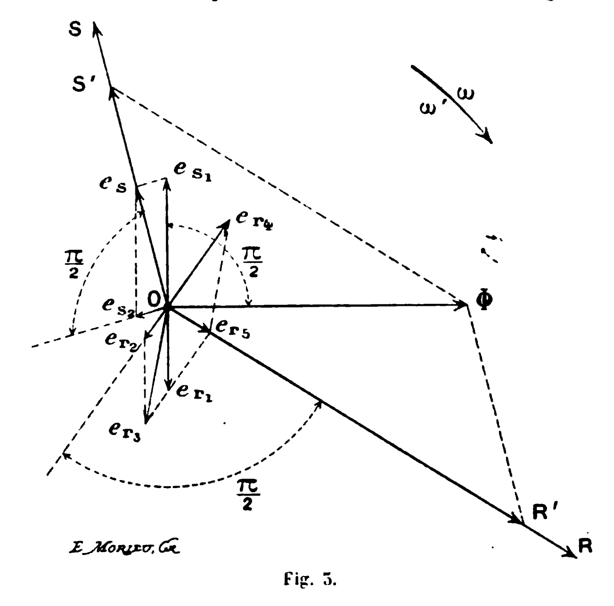


Fig. 3.

Dans le rotor, e_{r1} est la force électromotrice induite par le flux Φ, e_{r2} la force électromotrice induite par R'R; e_{r3}, étant la somme géométrique de e_{r2} et de e_{r1}, doit se

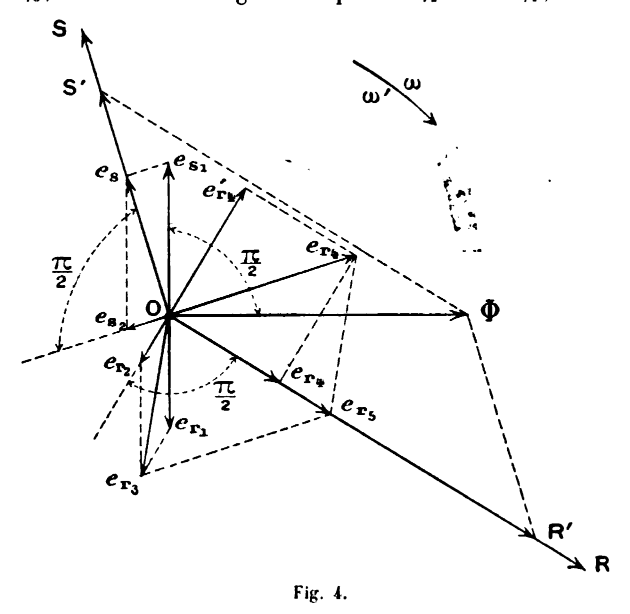


Fig. 4.

composer avec la force électromotrice d'une source extérieure pour donner une force électromotrice e_{r5} en phase avec OR. Soit e_{r4} cette force électromotrice extérieure. On pourrait la décomposer en deux :

D'abord une force électromotrice e'_{r4} décalée de $\frac{\pi}{2}$ en arrière du courant, et une force électromotrice e''_{r4} en phase avec le courant.

Or il est visible que la première force électromotrice

est une force électromotrice de self-induction. La deuxième force électromotrice pourra toujours être rendue aussi petite qu'on voudra à condition d'augmenter suffisamment ω.

En effet e_{r1} et e_{r2} étant proportionnels à $(\omega - \omega')$, la composante de e_{r3} dans la direction OR peut être aussi grande qu'on veut, et la seconde composante perpendiculaire pourra toujours être annulée par la force électromotrice de self à condition de choisir cette self-induction convenablement.

Nous n'avons donc pas besoin de supposer de sources extérieures pour fournir les courants au rotor, et le diagramme de fonctionnement en supprimant les sources d'excitation extérieures est celui de la figure 4, e_{r4} étant uniquement une force électromotrice de self-induction.

Conclusion. — Nous avons un alternateur auto-excitateur avec stator et rotor n'ayant aucun point de contact entre eux, les circuits du rotor étant fermés par des self-inductions et les circuits du stator par des résistances, inductives ou non inductives.

J'ai vérifié qu'une machine construite suivant ce principe est bien réellement auto-excitatrice. Nous avons exposé *le principe* nouveau de cette machine. Naturellement différentes questions se posent que nous traiterons ultérieurement.

Remarque. — On pourrait encore obtenir l'auto-excitation en faisant tourner les balais en sens contraire de l'induit ou encore dans le sens de 'induit quoique à une vitesse différente, mais cela compliquerait inutilement le système.

Nous exprimons toute notre gratitude à M. Potier, qui a bien voulu s'intéresser à nos travaux et nous donner quelques conseils avec sa bienveillance habituelle.

Les expériences ont été faites au laboratoire de la Société des établissements Postel-Vinay, elles seront continuées et publiées prochainement.

L. GRATZMULLER.

SUR L'UTILISATION SPÉCIFIQUE DES MATÉRIAUX DANS LA CONSTRUCTION DES MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES (¹)

La comparaison des dynamos établies par différents constructeurs met en relief des différences considérables relativement à l'utilisation spécifique des matériaux employés dans leur construction, même lorsque ces machines sont du même type, de la même puissance, et construites pour fonctionner dans des conditions analogues.

L'un adoptera une induction magnétique très élevée, l'autre une grande densité de courant dans l'induit, un troisième choisira un isolant qui lui permette de loger la plus grande quantité possible de cuivre dans les encoches, etc. Bien que des machines de même type et de même puissance aient le même rendement, les pertes seront différemment distribuées, une machine perdant plus dans le cuivre et l'autre dans le fer.

Nous ne considérerons ici que l'utilisation spécifique des matériaux dans l'induit, car l'induit utilisant le mieux la matière sera celui qui, pour une puissance donnée, présentera les plus petites dimensions, et pour lequel, par conséquent, il faudra les inducteurs les plus petits.

Dans une communication faite par M. Mavor à l'*International Engineering Congress* tenu à Glasgow en 1901, M. Mavor a introduit dans l'étude des dynamos l'idée de la *zone active*, comprenant sous ce terme la masse entière de la structure périphérique de l'induit formant une couronne cylindrique limitée par la hauteur des dents, et composée de fer, de cuivre et de matière isolante. C'est dans cette couronne active que se développe la force électromotrice, et que s'exercent les forces mécaniques entre le champ inducteur et l'induit.

M. Mavor étudie la puissance dépensée dans cette zone active et, pour obtenir des chiffres permettant de faire une comparaison entre les différentes machines, il établit une relation entre la puissance utile de chaque machine et le volume de la couronne active, non pas dans les conditions ordinaires d'emploi, mais en ramenant toutes les machines à la même valeur de l'induction magnétique et à la même vitesse périphérique de l'induit.

M. Mavor détermine ainsi la *puissance volumique*, en ergs par seconde et par centimètre cube, pour différentes machines, pour une intensité de champ égale à 1 gauss, et une vitesse périphérique de 1 centimètre par seconde. Cette puissance volumique, bien que variant d'une dynamo à l'autre, est d'environ 5 ergs par seconde et par centimètre cube. Le chiffre indiqué par M. Mavor revient à donner la densité de courant qui traverse l'induit, densité déterminée par le rapport du courant total dans l'enroulement par la section transversale brute totale de la zone active, soit, toutes réductions faites, 50 ampères par centimètre carré.

Si l'on considère la section nette des conducteurs en cuivre, la densité varie dans les induits bien ventilés, entre 1200 et 1800 ampères par pouce-carré (184 à 276 ampères par cm²), mais le cuivre n'occupe que les 0,4 ou 0,5 de la section totale des encoches, de telle sorte que la section brute de la couronne est en réalité égale, *grosso modo*, à quatre fois celle de la section réelle du cuivre. La densité brute du courant dans la zone active, telle que l'envisage M. Mavor, doit donc varier entre 46 et 70 ampères par centimètre carré, ce qui correspond à des valeurs de la puissance volumique comprises entre

(¹) Communication faite au meeting de la *British Association* à Belfast.

4,6 et 7 ergs par seconde et par centimètre cube, pour un champ de 1 gauss, et une vitesse périphérique de 1 cm : s.

On peut étendre la conception de la zone active en tenant compte, non seulement de la densité de courant dans la couronne, mais de l'induction magnétique dans l'induit, et aussi de la vitesse périphérique de cet induit. Trois facteurs orthogonaux entre eux figurent, en effet, dans l'expression de la puissance volumique : la vitesse tangentielle, le flux magnétique radial et le courant axial. Pour traduire leurs relations en formules, désignons par :

E, la f. é. m. développée par l'induit en volts;
I, le courant, en ampères;
Φ, le flux magnétique émanant d'un pôle, en maxwells;
N, le nombre *total* de conducteurs sur l'induit;
p, le nombre de pôles;
n, le nombre des circuits couplés en dérivation sur le bobinage;
d, le diamètre de l'induit, en cm;
l, la longueur de l'induit, en cm;
h, la hauteur des dents ou la profondeur des encoches, en cm;
ω, la vitesse angulaire, en tours par seconde;
v, la vitesse périphérique de l'induit, en cm : s.

On aura entre ces différents éléments les relations évidentes suivantes :
Surface périphérique de l'induit : πdl cm².
Volume de la couronne active : πdlh cm³.
Puissance de l'induit : EI watts.
Puissance volumique de la couronne active :

$$\frac{EI}{\pi dlh} \text{ watts par cm}^3. \qquad (1)$$

On peut écrire pour valeur de la f. é. m. de la dynamo :

$$E = \frac{\omega \Phi N}{n} \cdot 10^{-8} \text{ volts}. \qquad (2)$$

et

$$\omega = \frac{v}{\pi d}. \qquad (3)$$

En remplaçant dans (1) on a
Puissance volumique de la zone active :

$$\frac{vp\Phi NI}{\pi^2 nd^2 lh} \cdot 10^{-8} \text{ watts par cm}^3. \qquad (4)$$

Expression qui peut se décomposer en trois facteurs

$$\frac{NI}{\pi ndh} \cdot \frac{p\Phi}{\pi dl} \cdot v.10^{-8}.$$

Ces trois facteurs peuvent s'écrire séparément :

$\frac{NI}{\pi ndh} = \alpha$, densité brute de courant dans la zone active.

$\frac{p\Phi}{\pi dl} = \beta$, induction magnétique brute dans la zone active.

$v.10^{-8} = \gamma$ facteur proportionnel à la vitesse périphérique de l'induit.

En rapprochant les valeurs de ces trois facteurs, α, β et γ pour différentes machines, on peut les comparer entre elles au point de vue de l'utilisation spécifique des matériaux. Quelques constructeurs mettent beaucoup de courant dans le fil, et font ainsi le facteur α grand. D'autres utilisent une induction magnétique élevée dans la couronne active, et font β grand. D'autres impriment à l'induit une vitesse périphérique élevée et augmentent par ce moyen la puissance volumique de leurs dynamos. Si l'on tient compte des conditions imposées par une commutation sans étincelles, α ne peut être élevé que si β l'est aussi, bien que la réciproque ne soit pas vraie, et que l'on puisse faire β grand sans que α le soit. Quant à γ, il peut être grand indépendamment de α et de β.

L'auteur a fait une analyse minutieuse d'une cinquantaine de dynamos modernes en vue d'en déduire les valeurs des facteurs d'utilisation spécifique. Ces 50 dynamos ne comportaient pas de type à induit lisse, ni de dynamos à courant constant, ni de dynamos de faible puissance, mais seulement des machines modernes à induit denté, employées pour la distribution de l'énergie ou pour la traction, et toutes d'une puissance supérieure à 50 kilowatts.

Dans toutes ces machines, le facteur α est compris entre 300 et 460 ampères par pouce carré.

Les valeurs de β sont comprises entre 30 000 et 45 000 lignes par pouce-carré (4500 à 7000 gauss), les valeurs limites extrêmes étant 22 000 et 58 000 lignes par pouce-carré.

Les valeurs de γ correspondent à des valeurs de v comprises entre 10 et 25 m par seconde.

Dans quelques cas particuliers, on a utilisé des vitesses périphériques supérieures.

Le produit des trois facteurs donne la puissance volumique de la dynamo en watts par centimètre cube. Dans les machines examinées cette puissance volumique a varié entre 45 et 120 watts par pouce-cube (3 à 7 watts par cm³). Dans un cas particulier, la puissance volumique s'est abaissée jusqu'à 1 watt par cm³ et s'est élevée jusqu'à 12 watts par cm³ dans un autre cas. Ce dernier cas est celui de la dynamo à courant continu de 1600 kilowatts décrite par M. Hobart, l'an dernier, au Congrès de Glasgow. Une grande vitesse périphérique et une grande saturation des pièces polaires contribuent à donner à cette dynamo une puissance élevée comparativement à ses dimensions et à son poids.

Il est naturellement possible d'obtenir une grande utilisation spécifique apparente en acceptant un accroissement de température supérieur à celui qui est généralement permis dans la construction. Il n'est pas douteux qu'à ce point de vue les constructeurs anglais ont été mis dans des conditions très inférieures par les exigences des ingénieurs-conseils. Un accroissement de 20° C a été spécifié dans des cas où une élévation de 45 et même 50° C aurait été parfaitement acceptable. Si le

rendement est satisfaisant, l'isolement adéquat aux circonstances et suffisant, il semble inutile d'imposer au constructeur l'obligation qu'aucune partie de la dynamo ne s'échauffe de plus de 20°C. Il se trouve ainsi handicapé pour donner à sa machine la plus grande utilisation spécifique possible et contraint à la faire plus lourde et plus coûteuse qu'elle l'aurait été sans ces exigences inutiles.

S. P. THOMPSON.

SOCIÉTÉ D'ÉLECTROCHIMIE

USINE DE CLAVAUX

L'usine des Clavaux est située sur la route du Bourg d'Oisans, à 30 km de Grenoble.

Elle est alimentée par une dérivation de la Romanche.

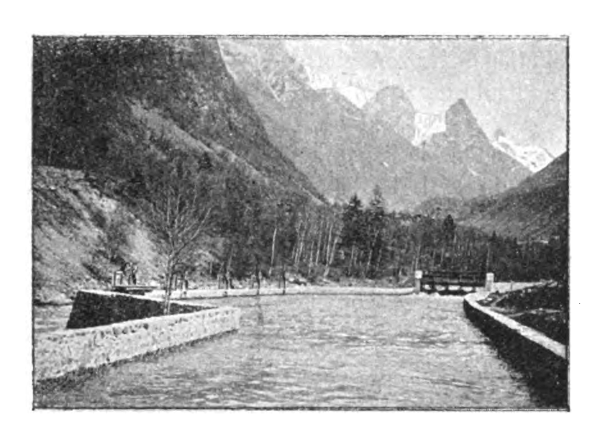


Fig. 1. — Bassin de décantation.

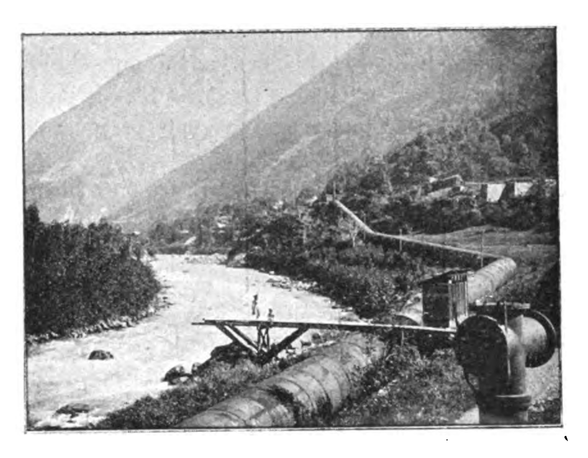


Fig. 2. — Conduite forcée de 2,5 m de diamètre.

Cette usine a été créée en 1897-1898 par M. L. Hulin pour le compte de la Société des soudières électrolytiques.

Elle est devenue depuis la propriété de la Compagnie universelle d'acétylène qui devait y fabriquer du carbure mais qui a trouvé momentanément plus avantageux de traiter avec les producteurs pour sa consommation.

En 1900-1901 l'usine des Clavaux a été prise en location par la Société d'électrochimie dont le siège social est à Paris, et qui possède déjà les usines de Saint-Michel de



Fig. 3. — Vue générale de l'usine.

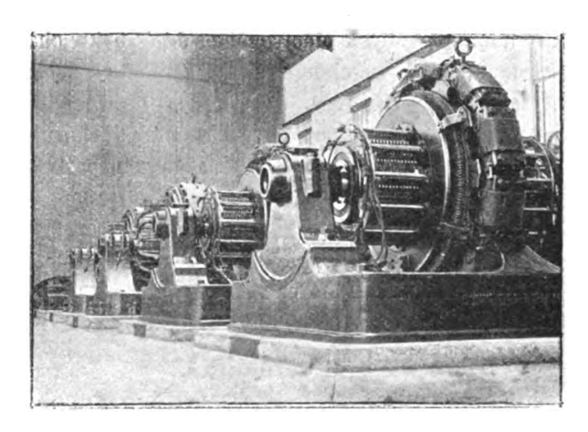


Fig. 4. — Salle des machines.

Maurienne et de Vallorbe, où elle fabrique électrolytiquement les chlorates, les perchlorates, etc.

La prise d'eau est formée d'un avant-canal de dérivation directe large de 10 m, long de 80 m dont le mur forme déversoir continu du côté de la Romanche, de façon à rendre les crues inoffensives.

Le barrage n'est qu'un simple seuil en blocs de pierres et ciment, formant une rectification du lit de la Romanche.

La retenue ainsi formée est à la cote 478.

Deux vannes de chasse latérale placées en aval du canal d'amenée permettent d'évacuer les cailloux que le courant charrie durant la période des hautes eaux.

A la suite de cet avant-canal sont situées cinq vannes d'arrêt placées de front et commandant l'accès de l'eau dans un très vaste bassin à fond incliné où la vitesse du courant est très réduite, ce qui permet aux sables de se déposer; des vannes de purge permettent d'évacuer les dépôts.

Ce bassin est terminé par une grille de 25 m² destinée à arrêter les bois et les feuilles, et est raccordé à la cana-

lisation métallique par un mur de 3 m d'épaisseur qui enveloppe la conduite forcée.

Le débit dérivé peut atteindre 15 m³ par seconde pendant 8 mois de l'année pour descendre jusqu'à environ 7 ou 8 m³ durant le plein de l'hiver.

La canalisation forcée qui fait immédiatement suite est formée d'une conduite cylindrique en tôle d'acier doux ayant un diamètre intérieur de 2,5 m et une longueur d'environ 1100 m ; son épaisseur est de 6,5 mm à l'origine et 13 mm au collecteur près des turbines. Elle repose sur des piliers en maçonnerie, couronnés d'une tôle plate, par l'intermédiaire de semelles métalliques librement posées. Les effets de dilatation trouvent une compensation dans les nombreux coudes que présente la conduite sur son parcours.

La hauteur de la chute est de 42 m, dont 35 m par pression effective, et 7 m par aspiration à la sortie des turbines.

La retenue à la prise d'eau est à la cote 478 ; le niveau de l'eau dans le canal de fuite est à la cote 436. La canalisation permettrait d'utiliser 5000 HP pendant environ 8 mois. En basses-eaux la puissance hydraulique disponible descend à 3000 HP.

Les turbines à axe horizontal sont du type centripète à aspiration d'une puissance de 550 HP ; la vitesse normale est de 250 tours par minute.

Elles ont été construites par la maison Neyret-Brenier et Cie, de Grenoble.

La charge étant sensiblement constante, il n'y a pas de régulateur automatique. Un grand papillon mû à la main placé sur la dérivation individuelle de chaque turbine sert à gouverner ces moteurs.

Il y a cinq groupes électrogènes de 375 kw chacun. Les dynamos sont manchonnées directement en prolongement de l'axe des turbines.

Un petit groupe de 80 kw alimente l'éclairage et divers électromoteurs de 5 à 30 chevaux répartis dans l'usine.

Les dynamos de 375 kw sont à courant continu, multipolaires, à deux collecteurs indépendants dont chacun fournit 2500 ampères sous 75 volts.

Il y a : 2 machines Thury-Creusot à 12 pôles ; 2 machines Alioth à 12 pôles ; 1 machine Creusot S à 16 pôles.

La crise qui atteint actuellement toute l'industrie électrochimique ne permet d'utiliser que trois machines. La fabrication, purement électrolytique, comprend la production du sodium et du peroxyde de sodium par les procédés Castner et Hulin, ainsi que celle de l'oxylithe par les procédés G.-F. Jaubert, procédés dont la Société d'électrochimie est concessionnaire exclusive pour la France.

Téléphones de l'Industrie électrique :

Rédaction : Nos **812-89.**
Administration : Nos **704-44.**

TRANSPORT D'ÉNERGIE

PAR

COURANTS ALTERNATIFS TRIPHASÉS

A BEZNAU (SUISSE)

A peine vient d'avoir lieu la mise en service du transport d'énergie de Saint-Maurice à Lausanne, qu'une autre installation de transmission de force, absolument moderne et d'un haut intérêt, lui succède : c'est la transmission de force motrice réalisé par la *Motor C°*, qui a déjà effectué les installations de Hagneck et de la Kander, transmission qui doit desservir la région d'Aarbourg et de Zurich, et dont l'usine génératrice est à Beznau près de Dottingen. Elle utilise une chute de l'Aar, près du confluent de ce fleuve avec le Rhin.

État actuel. — La construction était achevée il y a une quinzaine de jours, et l'auteur a pu voir en rodage deux dynamos à courant continu et cinq alternateurs, dont la description sera donnée plus loin.

Les essais d'une des deux lignes à haute tension desservies par l'usine étaient achevés ; on procédait aux essais sur l'autre ligne et on était sur le point de mettre en service la première.

Généralités. — Le courant produit est alternatif à 50 périodes par seconde.

Le transport de l'énergie est fait par courants alternatifs triphasés sous l'une des deux tensions suivantes :

8000 volts dans un rayon de 15 km.

25 000 volts au delà de cette distance.

Le courant à 25 000 volts est reçu dans des sous-centrales affectées à l'alimentation de réseaux à 8000 volts, dont elles occupent, autant que possible, le centre de gravité.

Ces sous-centrales sont toutes des postes de transformation à transformateurs fixes réduisant la tension de 25 000 volts à 8000 volts.

Les réseaux alimentés comportent éclairage et moteurs, les lampes étant réparties autant que possible sur les 3 fils et les moteurs étant alimentés sous 250 volts ou deux fois 125 volts (ce qui nécessite des postes secondaires de transformation recevant le courant à 8000 volts et le distribuant à un réseau à courant alternatif simple ou à 3 fils).

Lignes de distribution rayonnant de l'usine génératrice. — Deux lignes à haute tension rayonnent en ce moment de l'usine génératrice.

Ligne I. — La *première* ligne, d'une longueur de 15 km avec une moyenne de 25 poteaux par km. Tension 26 000 volts.

Perte trouvée aux essais (due au défaut d'isolement et à la capacité) : 13 à 15 ampères.

La ligne I comporte en réalité deux lignes à trois fils normalement en parallèle, mais dont l'une sert de réserve pendant l'entretien de l'autre.

Les conducteurs, en cuivre nu, ont un diamètre de 8 mm.

Les isolateurs sont du type bien connu Schomburg à double cloche (fig. 1), type avantageusement éprouvé.

L'installateur de la ligne a exigé du fournisseur l'essai

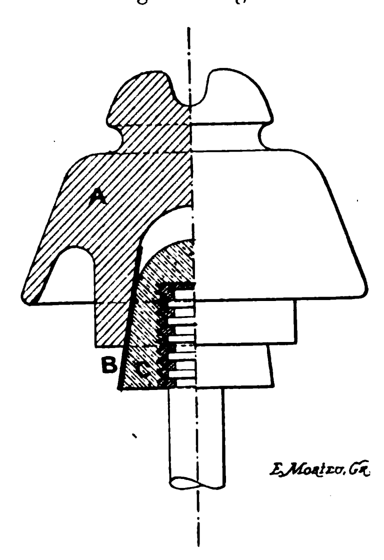


Fig. 1. — Isolateur de Beznau.

A, tête rapportée. — B, surface vernissée. — C, manchon de fixation.

à 80 000 volts de tous les isolateurs, et l'abandon de tous ceux qui ont été reconnus défectueux sous cette tension.

Cette première ligne devra aboutir près de Zurich et desservir une région très industrielle, dont les usines fonctionnent actuellement toutes au charbon.

Elle a une longueur actuelle de 30 km et comporte déjà de nombreux postes d'alimentation entre le kilomètre 15 et le kilomètre 30.

Ligne II. — Elle distribue de même 8000 volts jusqu'à un rayon de 15 km et 25 000 volts au delà, et elle alimente la région sud et sud-est d'Aarau, à distance de 25 à 30 km de Beznau. Elle est construite actuellement jusqu'à Entfelden (à 20 km) où elle alimente l'usine de transformation des tramways de la Ville (courant continu Brown).

Sur cette seconde ligne (3 fils à 8000 volts et 3 fils à 25 000 volts) se trouve, dès le départ de l'usine, une très longue portée (de 180 m) pour la traversée de l'Aar.

Sur chaque rive du fleuve est construit un mât métallique, terminé par un sommet en bois encastré dans le treillis métallique, et la ligne porte 3 fils à 8000 volts et 4 fils à 25 000 volts, dont un destiné à servir de réserve pour la ligne à 25 000 volts, la ligne à 8000 étant ainsi laissée sans réserve.

Les poteaux de la ligne à 25 000 volts portent également la ligne à 8000 volts, d'après le même principe, mais avec des isolateurs différents.

La construction des mâts fer et bois est seulement ici une exception, tandis qu'elle est la règle dans l'installation de la ligne de Spiez à Thoune (16 000 volts), construite par la même Compagnie. Tous les poteaux de cette dernière ligne sont en fer et bois, tandis que cette construction n'a été adoptée ici que pour les mâts employés aux croisements des rivières, des chemins de fer, etc., et tous les poteaux ordinaires sont en bois seul.

On voit que le courant produit par l'usine de Beznau est entièrement transporté à distance, contrairement à ce qui a lieu pour les importantes usines de Niagara (États-Unis) et Rheinfelden (Allemagne), de sorte que le choix du courant alternatif triphasé est ici plus discutable que dans les précédentes installations et le service peut mieux se comparer à celui que réalise le transport d'énergie à courant continu de Saint-Maurice à Lausanne, dont nous avons rappelé plus haut l'inauguration récente.

Installation hydraulique. — La prise d'eau est faite à 1200 m en amont de l'usine et le canal d'amenée, par conséquent d'une longueur de 1200 mètres, a une largeur moyenne de 42 m. Il est fait par excavation directe dans le terrain, qui est en gravier, et un revêtement en maçonnerie est adjoint jusqu'à une hauteur dépassant, dans les deux sens, le niveau des hautes et basses eaux, de sorte que le niveau de l'eau porte toujours sur la maçonnerie du canal.

Le barrage, placé en B, est formé de sept ouvertures de 15 m de portée, se fermant par l'abaissement des vannes.

Celles-ci sont en poutres treillis, de très grandes

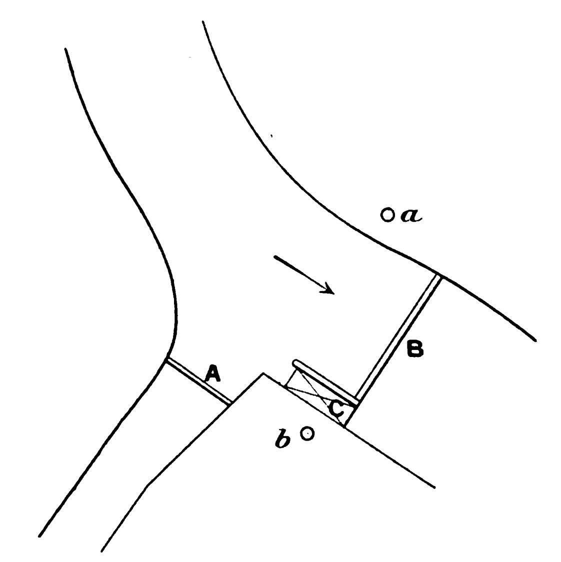


Fig. 2. — Plan de l'installation hydraulique.

ab, emplacement des mâts distants de 180 m pour le passage de l'Aar. — A, vannes d'admission d'eau dans le canal. — B, barrage de prise d'eau. — C, échelle à poissons.

dimensions, et étudiées de manière à réduire autant que possible les résistances de frottement.

Elles roulent sur des galets mobiles verticalement et frottant dans leur déplacement vertical sur une paroi, qui se déplace dans le même sens en frottant sur une surface fixe.

Ces types de vannes, étudiés par le professeur Zschokke, ont été construits à Dottingen. Le professeur Zschokke est déjà connu pour ses travaux sur le port de Marseille, et c'est lui qui a étudié tous les travaux hydrauliques et mécaniques des installations de Beznau.

Les vannes admettant l'eau dans le canal sont construites à la manière des vannes d'admission de Chèvres, à Genève, mais leur suspension est différente.

Dans la figure 2, *a* et *b* sont les mâts maintenant la grande portée de la ligne II.

A, les vannes de prise d'eau commandées par vis sans fin, roues dentées et chaines ordinaires;

B, le barrage;

C, l'échelle à poissons.

L'Aar a des variations de niveau de 2,50 m à 3,50 m. Le barrage permet de maintenir la chute dans les limites de 3,50 à 5,50.

Le débit monte à 3000 m³ par seconde en temps de crue, et descend à 1800 dans les grandes sécheresses.

Dispositions générales de l'usine. — L'usine est un édifice en maçonnerie situé à 1200 m de la prise d'eau et barrant obliquement le canal. Dans sa longueur sont

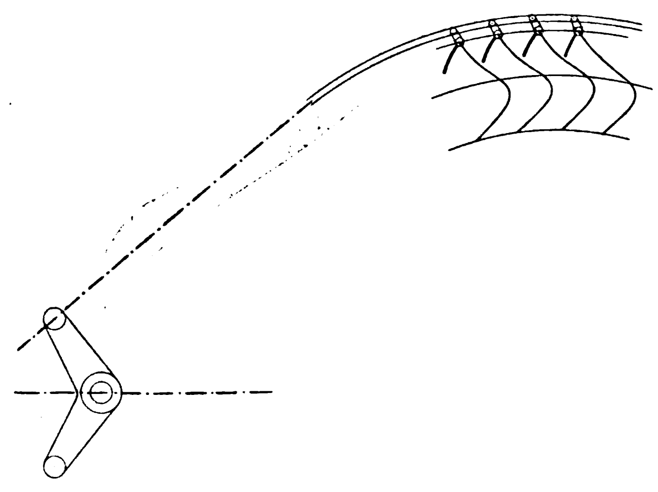


Fig. 3. — Principes du réglage des turbines Bell de Beznau.

disposés verticalement les groupes moteurs générateurs, et un des bouts est réservé au tableau de distribution qui occupe, sur une assez grande profondeur, toute la largeur de l'usine et les deux étages.

Les fils allant au tableau se rendent, à leur sortie des machines, dans une galerie longitudinale en sous-sol, sur les murs de laquelle les canalisations sont toutes établies en fils nu supportés sur isolateurs à double cloche.

Cette galerie longitudinale est traversée, au droit du tableau de distribution, par plusieurs galeries transversales ou même de véritables chambres très bien aérées, occupant l'espace situé au-dessous des tableaux de distribution, et servant à l'accès des conducteurs.

Là aussi sont placés les transformateurs triphasés élevant la tension de 8000 à 25 000 volts, transformateurs d'une puissance de 910 kw par unité, à bain d'huile et à refroidissement par circulation d'eau.

Au-dessus de la galerie longitudinale servant aux conducteurs sont aussi disposées les conduites d'huile et les tubes verticaux de vidange des chambres des turbines.

On peut isoler chacune d'elles par la manœuvre d'une vanne en amont et d'une vanne en aval, et on peut alors en évacuer l'eau à l'aide d'une installation de pompes, dont nous dirons quelques mots plus loin.

Composition de l'usine. — L'usine comporte :

Onze groupes de 1000 chevaux, dont un de réserve.

Deux groupes de 400 chevaux d'excitation, dont un de réserve.

Tous sont du type vertical et à vitesse relativement faible, comme il arrive toujours avec les chutes de faible hauteur.

Turbines. — Leur montage et leur réglage. — Les turbines, construites par la Maison Bell de Kriens, présentent d'intéressants perfectionnements. Elles sont du type Beznau et ont déjà été employées par la *Motor C°* à l'installation de Hagneck près de Bienne.

Elles sont construites pour absorber en charge moyenne 25 m³ par seconde; ce sont des turbines centripètes du type radial, l'eau sortant moitié radialement, moitié axialement.

Trois roues sont montées sur le même axe.

Chaque aube comporte des appareils directeurs munis d'aubes mobiles autour d'un axe vertical et toutes, animées d'un mouvement dans la période de réglage, parcourent simultanément le même chemin sur les trois roues de la turbine.

Ces roues sont munies d'un cercle mobile qui, faisant tourner de la même quantité tous ces volets, produit une égale obturation sur toutes les roues; la commande de chaque cercle est faite par deux bielles attachées à des manivelles calées sur l'axe A du servo-moteur de réglage.

Chaque arbre vertical de turbine comporte des pivots à trois anneaux superposés (fonte, bronze et fonte).

Dans la longueur de l'arbre il y a encore cinq anneaux de guidage.

Servo-moteur de réglage. — Cet axe de réglage est relié par des bielles à un piston différentiel, qui reçoit :

Sur sa plus petite section, la pression constante due à une distribution d'huile dont nous reparlerons plus loin.

Sur sa plus grande section, une pression qu'on fait varier par une soupape d'étranglement agissant sur l'huile de commande au moyen d'un régulateur centrifuge. Pour la vitesse déterminée de régime, il y a équilibre entre les pressions sur les deux faces du cylindre

de distribution et tout écart de cet équilibre correspond à un déplacement de l'axe de réglage, par conséquent des bielles commandant l'anneau qui porte les volets distributeurs.

Ce système donnerait un surréglage, et il faut ramener à l'équilibre la soupape d'étranglement commandée par le distributeur, c'est à quoi est utilisé un relais spécial en relation mécanique avec un piston.

On peut faire un réglage à la main par une soupape indépendante analogue à la première.

Une pompe à huile crée la pression d'huile utilisée pour la régulation, ainsi qu'il sera dit plus loin.

Nous pouvons déjà indiquer que :

1° Elle sert au soulagement des pivots des groupes;

2° Elle sert de force motrice auxiliaire dans un servomoteur;

3° Elle sert de même à la manœuvre des vannes d'admission dans l'usine.

L'huile sous pression est reçue dans un collecteur formant boucle, ce qui donne plus de sécurité à l'exploitation en cas d'accident quelconque.

Tableaux de distribution et annexes. — Ces tableaux représentent tous les principes les plus modernes de construction de la maison suisse Brown et Boveri, si avantageusement connue par sa grande expérience des courants alternatifs. Il peut donc y avoir intérêt à les comparer soit aux usines moins récentes de même construction ou d'autre construction, soit aux usines modernes d'un principe différent, comme l'usine à courant continu de Saint-Maurice, à laquelle nous avons plusieurs fois fait allusion au cours de cette note.

Il est évident qu'elle n'en a pas la simplicité et qu'elle comporte un peu des complications des usines triphasées ordinaires installées, soit en vue de la distribution de courant à un réseau, soit en vue de la transmission de la force en un point déterminé.

Il faut bien retenir qu'elle comporte aussi deux services qui ne peuvent pas facilement être réalisés à l'aide des mêmes machines, puisque la régulation exigible de part et d'autre est loin d'être la même.

Service de lumière et service de force. — Elle est comparable, à cet égard, à l'usine de la Kander, réalisée par la même Compagnie, et dont le principal service est d'effectuer l'éclairage de Berne et des villages environnants, par un réseau à tension constante (désigné pour cela par l'expression « Ruhig »), et la traction des trains de Burgdorf-Thoune, par un réseau sujet à des variations de tension beaucoup plus considérables, et qu'on désigne pour cela par l'expression « Unruhig ».

Ici on a adopté des dispositions de nature à écarter autant que possible les risques d'interruption de service en cas d'avaries partielles.

On a adopté, pour les barres omnibus, comme on l'a déjà vu pour les canalisations d'huile, qui jouent un rôle très important dans l'installation, le principe bien connu de la boucle.

Les fils nus venant des machines et aboutissant dans le sous-sol au-dessous des tableaux, et de là aux panneaux d'alternateurs, peuvent être reliés par un commutateur au réseau de force ou au réseau de lumière (chacun représenté par un collecteur de courant en forme de boucle et dont l'intensité au départ est mesurée à l'aide d'un ampèremètre totalisateur ou transformateur d'isolement).

Passons maintenant aux appareils de manœuvre et de réglage électriques, réunis sur la galerie surélevée du tableau de distribution.

Les appareils de commande (volants de rhéostat et d'interrupteur) pour les *excitatrices* sont montés sur pupitres séparés; chacun d'eux comportant :

Un voltmètre et un ampèremètre du genre de ceux que les Américains emploient fréquemment sous le nom d' « edgewise ».

Les *alternateurs* sont desservis par des pupitres comportant chacun :

Un grand commutateur à deux directions permettant de porter l'alternateur sur le réseau de lumière ou sur le réseau de force.

Un voltmètre pouvant, à l'aide d'un petit commutateur, lire la tension aux barres omnibus ou aux bornes de la machine.

Un ampèremètre d'excitation.

Des lampes de synchronisation et un voltmètre pour la synchronisation à blanc.

En outre des panneaux verticaux comportent, pour les mêmes générateurs :

Un interrupteur automatique et un ampèremètre sur chaque phase, encore du type caractérisé sous le nom d' « edgewise » en Amérique.

Les câbles, à leur entrée dans les transformateurs, sont protégés de même par des *interrupteurs automatiques*. Même protection encore à la sortie des transformateurs, même protection au départ des lignes à 8000 et à 25 000 volts.

Bien entendu ces interrupteurs automatiques sont susceptibles de commande à la main par volant. Leur construction est intéressante et basée sur les principes suivants :

1° L'emploi d'huile autour des contacts de rupture. Tous ces contacts baignent, en effet, dans un récipient plein d'huile, analogue à ceux des interrupteurs bien connus du Manhattan de New-York, analogue aussi à ceux que la Compagnie Thomson-Houston a installés à l'Orléans et à l'Ouest.

2° Mais un caractère tout à fait particulier de ces interrupteurs est la réalisation de leur rupture automatique : elle est assurée brusquement par l'action d'un ressort qu'un petit pendule maintient normalement tendu par un cliquet; le pendule est soumis à l'action d'un moteur formé de 3 disques placés dans l'entrefer d'électro-aimants à enroulements insérés sur les 3 phases (par précaution, bien entendu, cette insertion n'est pas faite directement, mais elle est faite par l'intermédiaire de

transformateurs analogues à ceux des ampèremètres).

Dès que le courant atteint une valeur suffisante dans une quelconque des phases, le système moteur déplace le pendule de sa position d'équilibre et celui-ci libère le ressort, qui ramène rapidement l'interrupteur à la position de rupture. A. B.

L'ACCUMULATEUR "L'ÉTAMPÉ"

En attendant la découverte d'un nouveau principe, découverte espérée en vain depuis longtemps, c'est encore à l'accumulateur plomb-plomb, type Planté ou Faure, qu'il faut toujours revenir pour réaliser un appareil véritablement industriel, et les progrès futurs dans cette voie résident dans une construction plus économique, une durée plus grande, un entretien moins onéreux, une puissance et une capacité massiques aussi élevées que possible.

C'est en vue de satisfaire à ces conditions que la *Société anonyme d'éclairage et d'applications électriques* d'Arras a étudié et réalisé l'accumulateur *L'Étampé* qui doit son nom à son procédé particulier de fabrication.

Les accumulateurs du type Planté ou à plomb pur ont une faible capacité spécifique, ce qui conduit par conséquent à un poids, à un prix et un encombrement élevés. Toute la plaque travaillant est sujette à déformation relative dans son ensemble, et si faible que soit cette déformation, elle atteint une valeur absolue très notable dès qu'on a affaire à des plaques de grandes dimensions comme celles constitutives des grosses batteries.

Si l'on ne donne pas assez d'épaisseur aux feuilles, ailettes ou fils constituant la surface travaillante, celle-ci, rapidement et complètement transformée en oxyde, n'a plus de support, s'effrite et tombe.

Si ces ailettes sont épaisses, la capacité spécifique est très faible.

Par suite du travail même, la capacité de la batterie diminue peu à peu parce que l'extrémité des ailettes s'use et tombe. La surface de travail est réduite dans une très forte proportion et avec elle la capacité qui est uniquement proportionnelle à cette surface. Les vieilles plaques ne sont donc plus utilisables que pour la refonte.

Les accumulateurs du type Faure ont les inconvénients suivants : la fabrication des grilles par coulée conduit à des nervures relativement épaisses et devant présenter une certaine dépouille pour permettre le démoulage. Cette dépouille a tendance à faciliter la chute de la matière active contenue dans les alvéoles. L'alliage composant la grille, devant être inattaquable à la formation électrolytique, doit contenir une assez notable proportion d'antimoine, ce qui a l'inconvénient de le rendre cassant et sans élasticité. A chaque charge et à chaque décharge, il se produit une dilatation puis une contraction de la matière active. Par suite du manque d'élasticité de la grille, les pastilles de matière active au bout de peu de temps, ne font plus corps avec l'alvéole qui les entoure et reçoivent peu de courant. La capacité de l'accumulateur diminue peu à peu.

La matière active constituée par des oxydes de plomb a la densité considérable de ces oxydes et par conséquent peu de porosité. Il en résulte que seules les molécules très voisines de la surface travaillent et seule une proportion faible de la matière active participe utilement aux réactions.

Si les pastilles sont un peu grandes, il arrive fréquemment qu'elles brisent par leur dilatation les cadres en métal cassant qui les entourent.

Pour des accumulateurs de grande puissance, les plaques ont de grandes dimensions et ne reçoivent le courant que par leur partie supérieure; ayant toute leur surface garnie de matière active, elles sont sujettes à des déformations et gauchissements qui amènent des contacts entre les plaques, et provoquent la chute de la matière active. Le peu de porosité de la matière active rend les charges et décharges rapides très nuisibles à ce type d'accumulateurs.

Le peu de lien entre la matière active et le support les rend incapables de supporter des trépidations. Si les grilles sont très minces, de façon à contenir un poids de matière active représentant une proportion élevée du poids total de la plaque, ces grilles sont rapidement détruites par les changements de volume de la matière active. Par contre, si les grilles sont épaisses, la proportion de matière active diminue et la capacité spécifique de l'accumulateur devient trop faible.

Quand, par l'usage, la batterie a perdu de sa capacité et qu'on veut la réparer en réempâtant les plaques, il est bien rare qu'on puisse le faire, la plupart des grilles étant ou cassées ou tellement déformées qu'elles ne sont plus utilisables que pour la refonte.

Dans l'accumulateur *L'Étampé*, on a cherché à remédier aux inconvénients que nous venons de rappeler, inconvénients caractéristiques respectifs des types Planté et Faure. On emploie exclusivement pour sa construction des grilles dites grilles « unitaires ». La grille « unitaire » de 11,8 cm de haut sur 6,8 cm de large est fabriquée de la manière suivante : on coule des lingots d'un alliage de plomb et d'antimoine à très faible teneur d'antimoine; ces lingots sont passés sous un laminoir puissant qui, après de très nombreuses passes, les transforme en plaques de 2,5 mm d'épaisseur qui, par le travail même du laminage, sont déjà écrouies.

Ces plaques sont découpées en bandes de 12 cm de large. Ces bandes passent sous une première presse système Bliss qui découpe des flans.

Ces flans passent ensuite sous un puissant balancier à friction qui, par un choc de 20 tonnes, transforme le flan plat en une sorte de gaufre.

Cette gaufre à 32 compartiments passe ensuite sous une poinçonneuse munie de 128 poinçons. Chaque compartiment est ainsi divisé en quatre séparés par une croix



de 1 mm d'épaisseur, alors que les nervures ont 7 mm d'épaisseur.

Les diverses passes que subit la grille pour arriver à sa forme définitive rendent le métal très homogène, élastique, nerveux, résistant sans être cassant. Cette fabrication mécanique permet de lui donner une forme rationnelle, elle est étudiée pour résister à la flexion dans les deux sens ; les alvéoles ne présentent pas de dépouille. Cette grille est à la fois solide et légère. Elle peut recevoir un poids de matière active double de son poids propre. Son élasticité lui permet de suivre les dilatations et contractions de la matière active.

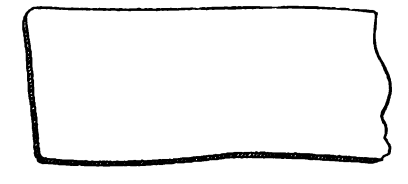


Fig. 1.

Chaque alvéole porte en son milieu une croix de faible épaisseur, qui, lorsqu'elle sera noyée dans la pastille active, constituera un support mécanique et un conducteur électrique précieux lorsque, au bout d'un certain temps, l'adhérence de la pastille avec les nervures qui l'entourent aura diminué.

La matière active dont sont garnies les grilles est constituée par du plomb chimiquement pur comprimé à une pression convenable dans les augets. Ce plomb spongieux est ensuite transformé dans les alvéoles mêmes en oxyde naturel Planté, par une formation électrolytique de charges et décharges successives. Grâce à la grande porosité de la matière active, cette formation se fait très rapidement.

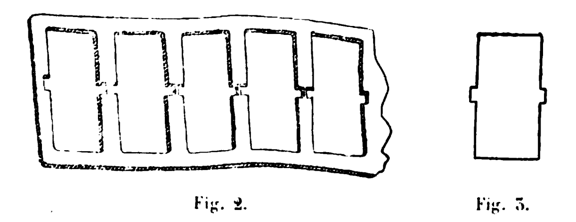


Fig. 2. Fig. 3.

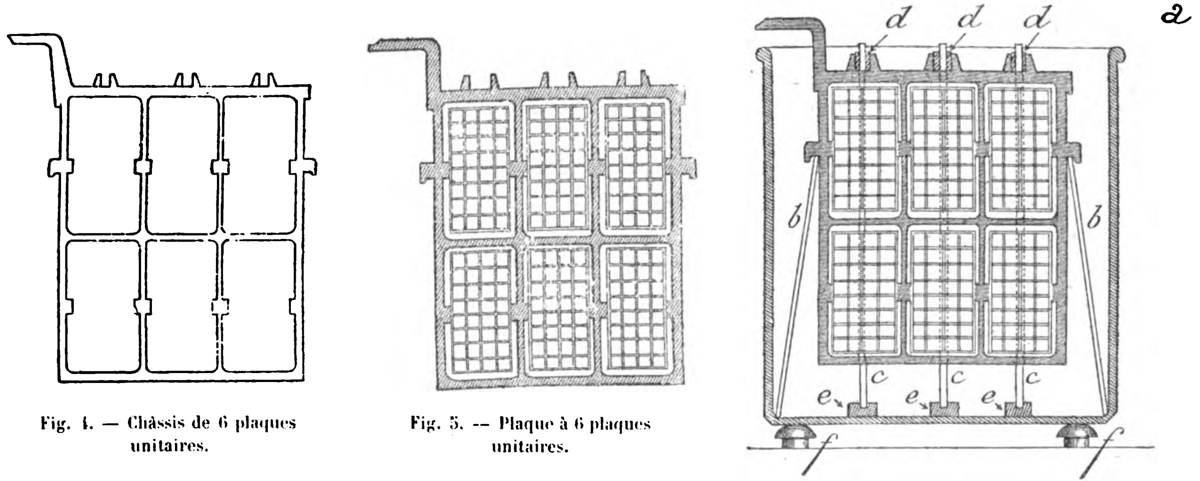


Fig. 4. — Châssis de 6 plaques unitaires.

Fig. 5. — Plaque à 6 plaques unitaires.

Fig. 6. — Élément complet monté dans un vase de verre.

a, bac en verre moulé. — b, dalles en glace supportant les châssis. — c, tubes en verre isolant les grilles unitaires. — d, lames de verre guidant les tubes. — e, U en plomb, — f, isolateurs.

L'oxyde se constitue ainsi sur la plaque elle-même et est particulièrement poreux tout en étant solide et cristallin ; l'enchevêtrement de ces cristaux donne à la pastille une solidité qu'on ne peut obtenir avec les pâtes de minium amorphe.

Pendant la formation, le plomb spongieux se transformant en oxyde se dilate, mais la nature élastique du métal constituant la grille lui permet de supporter cette dilatation sans dommage.

La grille « unitaire » après formation pèse 310 gr. A la décharge en une heure, elle a une capacité de 7,5 ampères-heure, et à la décharge en treize heures, une capacité de 15 ampères-heure.

Ce qui fait, en admettant un poids de plaques négatives égal au poids de positives, une capacité massique de 12 ampères-heure par kilogramme de plaques au régime de décharge d'une heure, et 24 ampères-heure par kg pour la décharge en treize heures.

Les accumulateurs petit modèle sont constitués avec des plaques unitaires montées dans des vases en verre ou en ébonite. Pour les éléments plus importants, on constituera les plaques en assemblant 4 ou 6 grilles « unitaires » dans un châssis-support en plomb antimonié coulé (fig. 4). Les grilles « unitaires » sont simplement soudées autogènement en deux points au milieu de leur hauteur. Elles sont ainsi parfaitement libres de se dilater en tous sens, et le courant arrivant par le milieu est bien réparti dans toute la plaque (fig. 5).

Les châssis-supports servent simplement de support aux grilles et ne participent pas aux réactions. Ils restent donc indéformables. Les déformations que peuvent prendre les grilles « unitaires » de petites dimensions et

fixées au milieu de leur hauteur sont insignifiantes.

Les châssis sont supportés dans les bacs au moyen de dalles obliques en glace les maintenant à une hauteur suffisante pour laisser entre les plaques et le fond du bac un espace considérable.

L'écartement entre les plaques est maintenu au moyen de tubes de verre verticaux passant au milieu des grilles « unitaires ». La partie inférieure du tube est maintenue dans un U en plomb posé sur le fond du bac et le tube est guidé à sa partie supérieure par des lames de verre longitudinales maintenues elles-mêmes par des saillies venues de fonte avec le châssis (fig. 6).

Lampe de mineur. — Une intéressante application de l'accumulateur l'Étampé est celle faite à une lampe électrique portative pour mines, soutes, caves, minoteries, distilleries, usines à gaz, etc.

Cette lampe est constituée par une boîte en tôle plombée. Cette boîte rectangulaire renferme deux vases en ébonite demi-souple, contenant chacun un élément d'accumulateur type « l'Étampé », composé d'une grille unitaire positive entre deux grilles négatives. Cette batterie de deux éléments peut donner à 3,9 volts, un débit de 0,8 ampère pendant douze heures avec liquide immobilisé.

Le couvercle de la boîte peut être rendu solidaire de cette boîte par un rivet de plomb que l'on peut munir d'empreinte destinée à s'assurer que ce couvercle n'est pas soulevé inutilement par des personnes non chargées de l'entretien de l'appareil. Sur ce couvercle est fixé un socle en ébonite servant de support à un globe protecteur en verre épais. La partie supérieure de ce globe est serrée avec interposition d'une rondelle en caoutchouc par un croisillon en acier relié au couvercle de la boîte par trois colonnettes. Sur le socle en ébonite sont montés deux supports destinés à recevoir les queues constituant le culot des petites lampes employées.

Ces petites lampes à filament droit de fabrication spéciale donnent une intensité lumineuse d'environ 1,5 bougie avec une consommation de 0,75 ampère. L'accumulateur permet donc un éclairage ininterrompu d'environ quatorze heures.

Dans l'épaisseur du socle en ébonite est ménagée une fenêtre qui sert à l'introduction de la broche de chargement, ce qui permet ainsi de recharger la lampe sans ouvrir le couvercle. Sur ce socle est également monté le bouton d'un interrupteur permettant l'allumage et l'extinction de la lampe.

Un petit volet mobile peut venir masquer la fenêtre d'introduction de la broche de chargement. Ce volet est combiné avec le bouton de l'interrupteur de façon que l'on ne puisse introduire la broche de chargement que si l'interrupteur est à l'arrêt, et, réciproquement, on ne peut mettre l'interrupteur à l'allumage que si la broche de chargement est retirée et le volet refermé. Cette disposition a pour but d'éviter que le courant de charge, qui est au potentiel de 5 volts, ne puisse être envoyé intempestivement dans l'ampoule dont il amènerait la destruction rapide. Le globe protecteur est recouvert intérieurement sur une de ses moitiés d'un vernis semi-translucide, formant réflecteur tout en laissant diffuser à l'arrière une certaine quantité de lumière.

Pour le rechargement des lampes, on emploie une table de chargement qui, suivant que l'on dispose de courant à 110 ou à 220 volts, comporte 20 ou 40 cases, permettant le chargement de 20 ou 40 lampes en tension. En tête de chacune des séries de 20 ou 40 cases se trouve un tableau portant un rhéostat de réglage à cadran, un disjoncteur à minimum, un ampèremètre, un rhéostat dit de coup de fouet constitué par une lampe de 32 bougies, un commutateur unipolaire à deux directions et plot mort.

Le rechargement des lampes se fait au régime de 1 ampère pendant dix heures.

Le poids d'une lampe est d'environ 2,4 kg. Le même type de lampe d'un modèle réduit dont le poids est de 2 kg donne une intensité lumineuse d'une bougie pendant quatorze heures.

L'entretien consiste environ tous les huit jours à soulever le couvercle de la boîte, dévisser les bouchons spéciaux en ébonite placés sur les accumulateurs et remettre avec une pipette quelques gouttes d'eau acidulée.

Une fois les accumulateurs rechargés, et avant d'enlever les broches, on les met en décharge dix minutes sur la lampe de 32 bougies du tableau pour absorber le coup de fouet du commencement de la décharge. Pour la charge des lampes isolées, on établit des petites planchettes de charge portant une lampe à incandescence de 32 bougies.

A. Z.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Le gouvernement et la Compagnie des Téléphones. — On se rappelle que l'an dernier, lorsque le Gouvernement se mit d'accord avec la National Telephone C°, il s'éleva d'unanimes protestations contre le Gouvernement, parce qu'il s'était associé avec la Compagnie au lieu de chercher à lui faire concurrence. A ce moment-là, une conférence eut lieu entre les conseils municipaux du London Borough, sur l'invitation du Conseil municipal de la Cité pour décider ce que l'on devait faire, et une députation se présenta au Postmaster General. Ce fonctionnaire ne leur donna que peu de satisfaction ; en effet, sa réponse eut plutôt l'air d'une réprimande.

Il y a quelques mois que l'on a ouvert le nouveau système téléphonique au public, et beaucoup de gens voulurent s'y abonner, pensant qu'ils auraient plus d'avantages que sous l'ancien régime de la Compagnie. D'autres ont attendu et sont restés avec la Compagnie, et il paraîtrait que ces derniers sont les mieux servis. Les plaintes contre le service du Gouvernement sont nombreuses et fréquentes ; on dit qu'il emploie des opérateurs incapables ;

en tous cas, il est plus difficile d'obtenir une communition que sur le réseau de la Compagnie, et quant à l'intercommunication, il n'y faut pas songer; mieux vaut télégraphier ou aller à pied.

Pour la défense du Gouvernement, il faut dire que son système n'est pas encore complet, mais que, lorsqu'on aura posé toutes les lignes, on n'aura aucune raison de se plaindre. L'installation des lignes en quelques endroits occasionnera probablement certains procès intéressants. Le système de gouvernement à Londres est un peu bizarre, car, tandis que les habitants de Londres envoient des conservateurs au Parlement, ils choisissent des socialistes pour leurs conseils locaux. Le conseil le plus socialiste de tous est celui de Battersea, et ce Conseil vient de refuser au Gouvernement le droit d'ouvrir des tranchées dans ce quartier pour installer les nouvelles lignes téléphoniques. Étonnés de leur propre témérité, ils ont convié tous les autres conseils de Londres à une conférence afin de voir ce qu'on peut faire, et pour porter leur appel en plus haut tribunal s'il est possible. Cette opposition est naturellement le résultat du sentiment vindicatif causé par l'entente entre le Gouvernement et la Compagnie téléphonique : un tel agrément étant, naturellement, désagréable aux socialistes.

La concurrence des tramways électriques aux chemins de fer. — Nous avons déjà appelé l'attention sur ce fait que toutes les Compagnies de chemins de fer commencent à souffrir de la concurrence que font les tramways électriques à leurs lignes de banlieue, concurrence qui augmente chaque jour.

Le chemin de fer de Glasgow et South Western vient de céder quant aux trains locaux, et il se borne à quelques trains d'ouvriers, à cause de la concurrence des tramways municipaux de Glasgow. Quoique la *North Eastern Railway C°* établisse la traction électrique sur une de ses lignes locales près de Newcastle, il est bien douteux que ce projet réussisse, car personne ne prendrait un train électrique d'une station à une autre, s'il pouvait prendre un tramway électrique et descendre où il voudrait.

C'est différent avec le trafic de la ligne principale et il n'y a aucun doute qu'on réalisera de grandes économies. On considère ici et à l'étranger l'essai de la *North Eastern Railway C°* comme étant d'un grand intérêt.

Les tramways fermés de Liverpool. — Le Conseil municipal de Liverpool a inauguré récemment une toiture pour l'impériale de quelques-uns de ses cars électriques. Dans ce but, on monte sur la voiture un léger cadre en bois muni de rouleaux de caoutchouc à ressort, pouvant être facilement ouverts ou fermés par les voyageurs. Par ce moyen, on peut facilement fermer l'impériale en très peu de temps. On prétend que la forme du cadre ne change pas du tout l'apparence du car et qu'il n'est pas coûteux du tout.

On supprime le support du trolley ordinaire et on procure aux voyageurs des sièges additionnels. On y ajoute aussi une forme d'escalier perfectionné, et certains dispositifs pour que l'éclairage soit possible avec la couverture décrite.

L'oblitération des lettres par l'électricité. — Depuis quelque temps, le Post-Office a fait des essais avec des machines pour oblitérer automatiquement les lettres et les paquets, et on a récemment installé un appareil électrique au General Post-Office qui paraît donner satisfaction. La force motrice est fournie par un moteur de 400 watts du type bipolaire, qui attaque la machine au moyen d'une courroie. On pourrait employer naturellement toute autre forme de moteur, ou même on pourrait actionner la machine par une transmission. Cependant l'électromoteur est plus commode. On dépose les lettres à la main sur la machine, où elles sont prises par des rouleaux de caoutchouc qui tournent dans un plan horizontal. Après cela elles passent entre deux rouleaux, dont l'un oblitère les timbres, et elles sont rejetées par un autre rouleau.

La machine timbre toute grandeur de lettre qui n'est pas trop épaisse, et elle peut en oblitérer de 400 à 600 par minute, la proportion de manquées n'étant que de 2 pour 100. La vitesse en question est à peu près 4 fois plus grande que ce que l'on obtient avec un homme et naturellement elle est continue. Le personnel de la Poste apprécie beaucoup cette machine, et on a décidé d'en installer une douzaine. On pense que cela fera gagner dix ou onze minutes dans l'envoi de chaque malle.

La dirigeabilité d'un bateau par la télégraphie sans fil. — On a vu depuis longtemps qu'on pouvait utiliser les ondes de Hertz pour d'autres objets que la transmission des signaux, et on a pensé en particulier à gouverner les ballons et les torpilles. On a même dit, il y a quelque temps, que M. Edison étudiait une torpille qu'on pouvait diriger de la côte par ce moyen, mais on a mis sur le compte de M. Edison tant de choses qu'il est devenu habituel de ne pas y croire du tout. Naturellement l'emploi de ces ondes dans un tel but ne pouvait être appliqué qu'aux objets mobiles qui utilisent les sources d'énergie contenues en eux-mêmes — telles que des accumulateurs — et la dirigeabilité serait obtenue au moyen de relais de diverses sortes mis en action par des cohéreurs qui actionneraient des circuits locaux convenablement syntonisés.

Ces remarques sont nécessaires, parce qu'on n'a donné aucune explication de la méthode employée par un M. Stovey, de Lancaster, qui a récemment dirigé un bateau de la côte du lac Windermere au moyen d'une soi-disant adaptation de télégraphie sans fil. Les essais furent faits en particulier, mais on croit que le bateau fut conduit ou dirigé de la côte par une flotte d'autres petits bateaux qui étaient au repos.

L'électricité et la défense des côtes. — Récemment une série d'épreuves intéressantes ont été faites dans le

sud de l'Angleterre avec un nouvel appareil appelé l'hydrophone, de l'invention du capitaine Mc Evoy, qui est expert dans la réalisation des mines sous-marines. Son but fut de construire un instrument qui donnerait un appel facile à entendre sur la côte de l'approche d'un vaisseau ennemi dans un brouillard ou pendant la nuit.

L'instrument consiste en deux parties, dont l'une est placée au fond de la mer près des torpilles, et l'autre est sur la côte, les deux étant connectées électriquement, par un câble ayant une longueur de 1 à 5 km. L'instrument submergé consiste en une boîte de fer de la forme d'une cloche, et la partie supérieure est munie d'un vibrateur très sensible à diaphragme enfermé dans une boîte en cuivre. Cet appareil est isolé de l'eau par une colonne d'air comprimé sous la cloche.

A l'approche d'un bateau de guerre, les pulsations de l'hélice produisent une vibration du diaphragme, et l'appareil téléphonique ou récepteur sur la côte signale tout de suite la présence de l'ennemi. Jusqu'à présent on n'a rien dit du moyen employé pour distinguer un vaisseau ennemi d'un vaisseau ami, mais sans doute en cas de guerre, tous seront obligés de prendre garde si l'on veut entrer dans un port fortifié. C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 8 septembre 1902.

Sur les propriétés des enceintes fermées, relatives aux ondes électriques. — Note de M. A. Turpain, transmise par M. Mascart. — Nous nous sommes proposé d'étudier les effets que l'emploi des enceintes fermées permet d'obtenir tant au point de vue de la pénétration des ondes à leur intérieur que de la concentration des ondes produites dans ces enceintes.

Un dispositif producteur d'ondes ou transmetteur T peut être enfermé dans une caisse de bois tapissée d'étain, mesurant 30 cm de longueur, 22 cm de largeur et 20 cm de hauteur. Un dispositif récepteur R comprenant un cohéreur, un relais et une sonnerie, avec les éléments de pile nécessaires, peut être enfermé dans une enceinte métallique de même dimension que la précédente. Chaque caisse est percée d'une ouverture circulaire de 7 mm de rayon par laquelle on peut introduire un conducteur constitué soit par un fil nu, soit par un tube, soit encore par un câble sous plomb, de 10,5 m de longueur.

Les diverses expériences réalisées peuvent être ainsi résumées :

1° Chaque fois que T et R sont placés dans une enceinte métallique complètement close, il n'y a aucune action possible de T sur R (fait signalé antérieurement par M. Branly, *Comptes rendus*, 4 juillet 1898).

2° Si l'enceinte métallique qui contient R est munie d'une seule petite ouverture circulaire aux bords de laquelle s'adapte un tube conducteur qui vient déboucher dans l'enceinte contenant T, par une ouverture circulaire, sans que le tube touche les bords de l'ouverture de T, on ne constate aucune action de T sur R. Mais il suffit de découvrir l'enceinte contenant R pour que l'action ait lieu. Les ondes, qui ne pouvaient pénétrer dans l'enceinte munie du tube, se trouvent alors concentrées par le tube conducteur et peuvent agir sur le récepteur.

On constate les mêmes phénomènes si, conservant les mêmes dispositions pour les enceintes et pour le tube qui les réunit, on permute les positions des dispositifs transmetteur et récepteur, plaçant le transmetteur dans l'enceinte qui contenait précédemment le récepteur et *vice versa*.

3° Alors que la communication entre les deux enceintes est impossible lors même qu'un tube conducteur relie les bords des ouvertures circulaires pratiquées dans chaque enceinte, l'action de T sur R se manifeste si le tube conducteur pénètre dans les enceintes sans en toucher le revêtement. Mieux encore, T agit sur R si le tube conducteur est muni suivant son axe d'un conducteur reliant les deux dispositifs.

5° Cette action de T sur R au moyen d'un câble à revêtement métallique peut avoir lieu, alors même que le câble est dénudé de son revêtement métallique sur une petite longueur, pourvu qu'il n'y ait pas communication entre le tronçon de câble allant vers le récepteur R et l'âme du câble. T agit sur R alors même que le tronçon provenant du transmetteur T est en contact avec l'âme du câble.

Ces expériences indiquent les conditions dans lesquelles devront être placés les dispositifs producteur et récepteur d'ondes électriques pour être utilisés dans la télégraphie hertzienne avec fil, alors que le fil conducteur est constitué par un câble. Le revêtement métallique dont tout câble sous-marin ou souterrain est muni devra être continué autour du conducteur axial jusqu'au poste télégraphique. Les dispositifs de chaque poste devront être situés dans une enceinte métallique fermée mise en relation par une ouverture avec le revêtement du câble. Dans ces conditions, une concentration très puissante des ondes électriques sera obtenue, alors qu'elle serait impossible si les ondes passaient du conducteur axial au revêtement métallique du câble au point de la ligne où commence le câble. A partir de ce point, les ondes seraient disséminées dans le sol ou dans l'eau.

Ces expériences peuvent fournir également quelques renseignements utiles relatifs à l'emploi des enceintes fermées en télégraphie sans fil. Il y aurait avantage, en particulier, à renfermer les organes transmetteurs, d'une part, les organes récepteurs d'autre part, dans des enceintes métalliques closes, munies chacune d'une ouverture circulaire à laquelle viendrait aboutir un câble sous plomb mettant en relation chaque dispositif avec l'antenne. D'après les expériences faites, il ne doit y avoir aucun inconvénient à relier le revêtement du câble qui vient du transmetteur au conducteur même de l'antenne. En ce qui concerne le récepteur, la mise en contact du revêtement du câble avec l'antenne constituera une très efficace et très commode protection des organes récepteurs contre les ondes issues du poste. Il suffirait, au moment de la réception, de supprimer cette relation, assurée, par exemple, au moyen d'une bague mobile, tout

en maintenant les dispositifs récepteurs dans leur enceinte métallique.

Séance du 15 septembre 1902.

Sur les différences de potentiel au contact. — Note de M. PIERRE BOLEY, transmise par M. Mascart. — Voici une classe de piles qui semblent pouvoir fournir la valeur du contact électrique de deux métaux. Associons les amalgames saturés des deux métaux considérés avec deux électrolytes convenablement choisis. Dans la chaine amalgame $M|$ liquide $L|$ liquide $L|$ amalgame M', ainsi constituée, la différence de potentiel totale E en circuit ouvert est la somme des contacts électriques, ou symboliquement

$$E = M|L + L|L' + L'|M' + M'|M,$$

d'où, pour le contact des deux amalgames,

$$M'|M = E - [M|L + L|L' + L'|M'].$$

On simplifie la mesure en rendant $L|L'$ négligeable par le choix des électrolytes L et L', de sorte qu'il reste

$$M'|M = E - [M|L + L'|M']. \qquad (1)$$

Pour avoir un contact $L|L'$ négligeable, on forme les liquides L et L' avec deux solutions identiques du même acide, et, à l'exemple de Rothmund et de Meyer (¹), chacune de ces solutions est additionnée d'une trace du sel de même anion du métal adjacent, pour donner des contacts $M|L$ bien définis. Ainsi, on prend pour L une solution normale de SO^4M^2 additionnée de SO^4M à la concentration $\frac{1}{100}$ normale; de même, pour L', une solution normale de SO^4H^2 additionnée de SO^4H' à la concentration $\frac{1}{100}$ normale. Au cas où un sulfate est presque insoluble, on en sature la solution d'acide sulfurique. La formule classique de Planck sur le contact des mélanges d'électrolytes indique pour les différences de potentiel au contact des liquides précédents des valeurs inférieures à un millivolt.

E se mesure à l'électromètre, par la méthode habituelle de compensation. $M|L$ et $L'|M'$ se déterminent par la méthode du maximum de tension superficielle, avec un électromètre capillaire, qui, pour les amalgames saturés, doit être construit avec une pointe peu capillaire. J'obtiens satisfaction avec un électromètre vertical, dont la pointe a un diamètre minimum de 0,25 mm et se rapproche de la forme hyperboloïdale qui correspond à l'équilibre indifférent du ménisque, c'est-à-dire à une sensibilté infinie (²). Cet instrument, qui soutient seulement environ 2,7 cm d'amalgame, a une sensibilité de $\frac{1}{10^5}$ volt avec le mode ordinaire d'emploi et il accuse moins de $\frac{1}{10^4}$ volt avec les divers amalgames, à condition de viser le ménisque sous un grossissement de 840. Il est associé à un manomètre à eau, donnant $\frac{1}{100}$ de millimètre.

(¹) *Zeitschrift*, 1894, t. XV, et *Wied. Ann.*, 1895, t. LVI.
(²) *Bull. de la Soc. sc. et méd. de l'Ouest*, 1902, t. XI.

J'ai étudié provisoirement les piles formées d'amalgames de métaux usuels associés à l'acide sulfurique; les contacts de ces amalgames entre eux sont de quelques millivolts, valeurs qui sont de l'ordre des erreurs d'expérience. Pour le contact argent-mercure, la disposition est plus simple et la mesure plus nette, car la pile employée n'a qu'un liquide; la chaine est amalgame : $Ag|SO^4H^2$ normal + SO^4Hg^2 en excès $|$ Hg. On observe que

$$E = +0{,}002 \text{ volt.} \qquad M|L = +0{,}926 \text{ volt.}$$
$$L|M' = -0{,}925 \text{ volt.}$$

d'où, d'après (1),

$$M'|M = +0{,}001 \text{ volt.}$$

Cette valeur est inférieure aux erreurs expérimentales possibles; donc, si le contact de ces métaux est certainement de l'ordre du millivolt, sa valeur absolue ne sera connue que par des mesures beaucoup plus précises que celles qu'on sait faire actuellement.

Sur la résistance électrique des corps peu conducteurs aux très basses températures. — Note de M. EDMOND VAN AUBEL, transmise par M. G. Lippmann. — La résistivité électrique des métaux et des alliages aux très basses températures a été mesurée par Dewar et Fleming et par d'Arsonval. Elle diminue considérablement à mesure que l'on s'approche du zéro absolu des températures.

Il m'a semblé utile d'examiner comment varie aux très basses températures la résistance électrique des corps peu conducteurs, tels que certains sulfures et oxydes, dont la conductibilité électrique augmente par une élévation de la température, entre 0° et + 100° C.

Un mémoire sur la conductibilité électrique des poudres comprimées vient d'être publié par M. Frantz Streintz; les résultats de ces recherches ont été communiqués le 6 mars dernier à l'Académie des sciences de Vienne. Cette circonstance m'engage à faire connaître, dès maintenant, les résultats que j'ai déjà obtenus, afin de prendre date (¹).

J'ai étudié un échantillon de pyrite FeS^2 très homogène, qui m'avait été fourni par M. le Dr Krantz, de Bonn. Ce sulfure avait été taillé sous la forme d'un prisme ayant une section de 3,93 mm² × 3,98 mm² environ. Celui-ci était fixé dans des pinces en laiton; la résistance électrique était mesurée à l'aide du pont de Wheatstone.

Pour réaliser les températures + 19° C et au-dessus, j'ai placé la tige de pyrite dans un bain d'huile. La température — 75°,5 était produite par le mélange d'éther et de neige d'acide carbonique, convenablement protégé contre les absorptions de chaleur. En agitant constamment ce liquide, on a observé également à des températures comprises entre — 75°

(¹) Au sujet de la résistivité des sulfures métalliques aux températures élevées, voy. J. Guinchant, *Comptes rendus*, séance du 26 mai 1902, p. 1224.



et — 20°. Celles-ci étaient mesurées au moyen du thermomètre à toluol étalonné à l'Institut physico-technique de Charlottenbourg-Berlin. Enfin, les expériences ont été faites encore dans l'air liquide contenu dans un vase argenté, à doubles parois et cylindrique, d'après Dewar. Un thermomètre au pentane commercial, construit par C. Richter, de Berlin, sur les indications de Rudolf Rothe, et étalonné aussi à l'Institut de Charlottenbourg, donnait la température du bain d'air liquide (¹).

Voici les résultats des mesures des résistivités, dans l'ordre où ils ont été obtenus :

	Températures en degrés C.	Résistances électriques du prisme, en ohms.
	+ 20,0	10,96
	+ 42,75	9,45
	+ 60,5	8,48
	+ 30,8	10,18
	— 75,2	25,41
	— 61,5	21,18
	— 40,6	17,72
	— 21,5	15,60
	+ 18,9	11,27
	— 181	74,20
3 jours après :	+ 20,1	11,25

La résistivité de la pyrite est donc 1,515 ohm-centimètre à la température de + 20° C. Elle augmente toujours notablement à mesure que la température devient plus basse, mais, dans l'air liquide, la pyrite conduit encore l'électricité.

Si l'on trace la courbe qui exprime la variation de la résistance électrique avec la température, on trouve que la quantité $\frac{\Delta R}{\Delta t}$ est d'autant plus grande que l'on s'approche davantage du zéro absolu. Enfin, après avoir été refroidi dans l'air liquide, le sulfure a repris à peu près sa résistance électrique primitive à + 20°,1 (²).

Des expériences, relatives aux sulfures de plomb et d'argent fondus, et au sulfure de cuivre, sont actuellement en cours d'exécution.

Sur le mode de formation des rayons cathodiques et des rayons de Röntgen (³). — Note de M. JULES SEMENOV (Voy. les *Comptes rendus*).

CONGRÈS DE LA HOUILLE BLANCHE

GRENOBLE — ANNECY — CHAMONIX

7-15 *septembre* 1902.

Vœux et résolutions votés par le Congrès en assemblée plénière, à Chamonix, le 13 septembre 1902, conformément aux délibérations et aux propositions des Sections économique et technique du Congrès.

SECTION ÉCONOMIQUE

Le Congrès de la Houille blanche :

Invite les pouvoirs publics à sauvegarder, en tout état de cause, la liberté industrielle et commerciale indispensable à l'exploitation complète et féconde de la houille blanche.

Le Congrès de la Houille blanche :

Considérant que le projet de loi déposé le 6 juillet 1900, en raison des principes de domanialité publique et de précarité qu'il tendrait à consacrer, ne remplit pas les conditions qu'exigent la stabilité, la liberté et, par conséquent, le développement de l'utilisation des forces motrices hydrauliques;

Émet le vœu que ce projet ne soit pas adopté par le Parlement.

Le Congrès de la Houille blanche :

Considérant que, en l'état, les droits effectifs des propriétaires riverains résultant de l'article 644 du Code civil, ont permis, par le libre jeu de l'initiative industrielle, de parvenir à la création de forces hydrauliques considérables, assurant des distributions importantes et étendues;

Émet le vœu que la faculté d'user des cours d'eau dans les conditions de l'article 644 du Code civil soit conservée aux propriétaires riverains, quelle que soit l'importance de la chute.

Le Congrès de la Houille blanche :

Émet le vœu que la servitude d'aqueduc établie pour les irrigations, par la loi de 1845, soit étendue aux dérivations industrielles tant sur les rivières non navigables que sur les rivières navigables et flottables.

Le Congrès de la Houille blanche :

Après l'exposé des modifications indiquées dans les divers systèmes qui lui ont été soumis,

Rend hommage au talent et à la science des auteurs de ces propositions, inspirées par le souci de la prospérité de l'industrie hydraulique, et émet le vœu que les études préparatoires de la législation ou de la modification de la réglementation des forces hydrauliques soient poursuivies dans le sens des vœux qui précèdent et avec le concours des Chambres de commerce et des groupements syndicaux compétents.

SECTION TECHNIQUE

Le Congrès de la Houille blanche :

Rend hommage au bienveillant appui que l'Administration préfectorale prête aux transports d'énergie et remercie MM. les Préfets, Ingénieurs des ponts et chaussées, Ingénieurs des postes et télégraphes, Agents-Voyers, des efforts qu'ils font pour faciliter l'exploitation de cette industrie naissante;

Toutefois, considérant que presque tous les accidents d'exploitation sont déterminés par le contact ou la chute des branches des arbres bordant les routes empruntées par les lignes de transport, le Congrès prie l'Administration de vouloir bien exiger de la part des riverains l'observation la plus rigoureuse des arrêtés préfectoraux d'élagage.

Le Congrès de la Houille blanche :

Considérant que les lignes téléphoniques sont le complément indispensable des lignes de transport d'énergie;

Que leur fonctionnement les rend assimilables à des lignes de signaux;

Que le droit annuel de passage fixé à 15 fr par km paraît excessif lorsqu'il s'applique aux lignes actuelles qui peuvent atteindre et même dépasser 100 km;

Émet le vœu, qu'en raison de l'intérêt général que présente le développement des transports d'énergie, les lignes téléphoniques affectées à leur fonctionnement soient soumises à la tarification des lignes de signaux.

Le Congrès de la Houille blanche :

Considérant que les formules et instruments employés

(¹) *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, juin 1902, p. 192.

(²) L'air liquide qui a servi dans mes recherches m'a été obligeamment remis par M. A. Stiefel, directeur de la Société anonyme des frigorifères d'Anvers. Qu'il me soit permis ici de lui adresser mes remerciements, ainsi qu'à M. le Dr Krantz.

(³) *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 519.

pour le jaugeage de l'eau donnent des approximations insuffisantes pour déterminer d'une façon précise le rendement des turbines;

Considérant de plus que l'emploi de ces formules et instruments rencontre presque toujours dans les usines hydrauliques des difficultés matérielles d'application qui en rendent les résultats tout à fait illusoires;

Émet le vœu qu'il soit créé une station d'essais de turbines analogue à celle existant en Amérique où l'eau serait mesurée de préférence dans des réservoirs de capacité connue.

Pour le cas où des essais de rendement ne pourraient être faits à la station d'essais, cette institution devra posséder un personnel expérimenté et les instruments les plus perfectionnés, de façon à pouvoir procéder à des évaluations de débit et à des essais de rendement dans les usines hydrauliques existantes, soit pour l'édification des industriels, soit en cas de litige entre les industriels et les constructeurs.

Le Congrès de la Houille blanche :

Considérant le vœu de création de station d'essais de turbines qui vient d'être adopté;

Considérant l'intérêt que les industriels utilisant des forces motrices hydrauliques ont à connaître exactement les rendements de leurs moteurs;

Considérant que ces rendements, qu'il s'agisse de moteurs anciens ou nouveaux, ne peuvent être déterminés que par des ingénieurs suivant les mêmes méthodes expérimentales *avec des notations uniformes*;

Émet le vœu que les industriels utilisant des forces motrices hydrauliques se réunissent en Association générale, comprenant des subdivisions régionales, analogues aux associations de propriétaires d'appareils à vapeur; et, au besoin, s'entendent avec ces dernières pour la création d'une section hydraulique;

Qu'il soit désigné une Commission compétente et indépendante, chargée d'étudier les voies et moyens pour créer la station d'essais des turbines;

Que cette Commission demande aux pouvoirs publics que les agents locaux des ponts et chaussées et forestiers mettent à la disposition de l'Association tous les documents statistiques qu'ils possèdent.

Le Congrès de la Houille blanche émet le vœu :

Qu'une entente s'établisse entre la Société de protection des sites pittoresques et les Syndicats régionaux pour l'exploitation des forces naturelles, afin de concilier dans la mesure du possible les charmes et les besoins de l'esthétique avec les nécessités de la vie industrielle moderne, notamment en ce qui concerne le captage des hautes chutes dans les pays de montagne.

Le Congrès de la Houille blanche :

Considérant les difficultés que rencontre l'utilisation des forces motrices hydrauliques et le fait que des industries nées en France se trouvent privées ainsi des débouchés à l'exportation qui en auraient assuré le succès,

Émet le vœu que la question des tarifs de transport des produits électro-chimiques soit suivie avec attention par les Administrations compétentes et qu'une assimilation libérale applique aux nouveaux produits les bases fixées pour les anciens produits chimiques.

Le Congrès de la Houille blanche émet le vœu :

Que les industriels s'adressent de préférence aux constructeurs français pour le matériel dont ils ont besoin pour l'installation des usines.

Le Congrès de la Houille blanche émet le vœu :

Que le projet de loi sur les distributions d'énergie déposé par le Gouvernement en 1898 et successivement rapporté par M. Guillain, le 8 février 1898, et par M. Berthelot, le 26 juin 1899, soit au plus tôt repris et soumis à l'approbation du Parlement.

Le Congrès de la Houille blanche émet le vœu :

Que les industriels, propriétaires ou exploitants d'usines hydrauliques veuillent bien organiser l'étude hydrologique des cours d'eau qu'ils utilisent; qu'ils adoptent des *notations uniformes*, conformément au programme qui leur sera transmis par les soins du Syndicat, et *précisent* les conditions dans lesquelles ils auront à opérer les jaugeages pour en faciliter la comparaison;

Qu'à la fin de chaque année ils en transmettent les résultats au Syndicat des propriétaires et industriels possédant ou exploitant des forces motrices hydrauliques, chargé de centraliser ces renseignements;

Que l'Administration veuille bien, ainsi que cela a déjà été fait en certains pays étrangers :

Affecter à l'étude des forces hydrauliques des crédits suffisants;

Donner à MM. les Ingénieurs des ponts et chaussées des instructions pour qu'ils veuillent bien prêter leur concours aux industriels désireux d'étudier les cours d'eau qui les intéressent;

Faire poser le long des principaux cours d'eau des repères d'altitude rattachés au nivellement général de la France;

Publier le résultat de ces études.

BIBLIOGRAPHIE

La Télégraphie sans fil et les Ondes électriques, par Boulanger et Ferrié. — *Berger-Levrault et Cie*, éditeurs, Paris et Nancy, 1902. (Petit in-8° de 180 pages. Prix : 3 fr).

Il semble qu'il y ait en électricité, comme en entomologie, des essaimages, à en juger par trois publications qui nous sont parvenues en ces mois de vacances et qui ont toutes trait aux communications rapides de la pensée à distance. Nous les annoncerons successivement ici en commençant par la plus importante à tous égards, tant comme valeur intrinsèque que comme succès déjà acquis, puisqu'elle en est, au bout de deux ans et demi d'apparition, à sa quatrième édition.

Ces quelques mots, suivis du nom des auteurs, suffiraient à son éloge s'il ne s'agissait ici que d'un simple exposé de l'état actuel de la télégraphie sans fil, des résultats obtenus et des progrès incessants qui s'annoncent et se marquent chaque jour; mais il y a plus, et le grand intérêt de cette brochure si justement goûtée du public captivé par cette passionnante question réside dans sa partie didactique où, prenant les choses *ab ovo*, deux de nos plus distingués officiers du génie, appelés par leur profession même à étudier et approfondir ce qu'elle peut avoir, un jour ou l'autre, d'essentiellement vital pour la défense du pays, et cherchant eux-mêmes la théorie non encore fixée des phénomènes observés, nous initient à leur processus scientifique et technique.

De là aux extrêmes conséquences annoncées, comme toujours, par les impatients qui veulent sans cesse aller plus vite que les violons, il y a encore loin, et pour les multiples causes énumérées et discutées dans ce volume. « La télégraphie sans fil ne parait pas pouvoir remplacer les procédés de communication employés jusqu'à ce jour. Elle en sera néanmoins, dans bien des cas, un complément précieux qui ne doit pas être négligé ». Il n'est pas mauvais qu'on le sache, ne fût-ce que pour laisser la science faire son œuvre en dehors des appétits trop vastes des faiseurs, et, à ce nouveau titre véritablement pratique, ce livre sollicite l'attention que nous appelons sur lui. E. B.

Traité de Mécanique rationnelle, par P. Appert. — *Gauthier-Villars*, éditeur, Paris, 1903.

La grande officine, qui reste toujours à la tête des maisons d'éditions scientifiques, tant par la qualité des auteurs dont elle accepte les œuvres que par l'élévation de celles-ci et le soin apporté à leur publication, vient d'inaugurer par anticipation le millésime de 1903, en l'attribuant au troisième et dernier fascicule du troisième volume du traité ci-dessus spécialement affecté à l'étude de l' « Équilibre et mouvement des milieux continus ». Notre incompétence personnelle et le cadre de ce journal ne nous permettent pas d'apprécier utilement et convenablement cet important ouvrage. Nous ne pouvons que saluer en lui le maitre éminent qui y a attaché son nom et nous garderons bien, en le quittant, d'imiter la brave paysanne qui, s'étant furtivement approchée un jour de Corot peignant dans la campagne et après avoir longtemps contemplé sa toile, s'en retournait sans autre impression que celle-ci hautement exprimée : « Dieu! Y a-t-il des états bêtes! » — S'il en est un en la circondtance, c'est bien celui de bibliographe. E. B.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

318877. — **Debout et Philippe.** — *Dispositif de distribution à heures déterminées applicable particulièrement comme allumeur extincteur automatique* (20 février 1902).

318878. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Système électromécanique destiné à faciliter le couplage d'ensembles électrogènes* (20 février 1902).

318951. — **Melle Taylor.** — *Procédé et moyens perfectionnés pour réfléchir, accroître et intensifier la lumière des lampes électriques, etc.* (22 février 1902).

319155. — **Maiche.** — *Nouveau moyen destiné à augmenter la sensibilité des microphones* (28 février 1902).

319195. — **Maiche.** — *Nouveau récepteur des courants électriques* (1er mars 1902).

319174. — **Société La Française électrique et M. Bader.** — *Nouvelle machine dynamo-électrique à courant continu à force électromotrice variable* (28 février 1902).

319184. — **Lundell.** — *Perfectionnements dans les aimants de champ pour machines dynamo-électriques ou moteurs électriques* (28 février 1902).

319179. — **Société anonyme L'Éclairage électrique sans moteur.** — *Construction perfectionnée des piles à deux liquides séparés par diaphragme intérieur* (28 février 1902).

319109. — **Loewen.** — *Perfectionnements aux commutateurs électriques fonctionnant automatiquement à intervalles déterminés* (27 février 1902).

319114. — **Compagnie générale d'électricité de Creil (établissements Daydé et Pillé).** — *Commutateur automatique* (27 février 1902).

319194. — **Bronislawski.** — *Inverseur électrique à courant superposé* (1er mars 1902).

319226. — **Konitzer.** — *Interrupteur à cornes automatique pour conducteurs aériens à haute tension* (3 mars 1902).

319234. — **Cummings.** — *Perfectionnements apportés aux conducteurs électriques isolés* (3 mars 1902).

319042. — **Patrouilleau et Mondon.** — *Lampe à arc à courants alternatifs, à circuit sans fer, à champ tournant équilibré* (22 février 1902).

319046. — **Gueugnon.** — *Lampe à arc à régulateur constant sous débit variable* (1er mars 1902).

319047. — **Lozier.** — *Perfectionnements aux appareils avertisseurs, organes à voyant se maintenant dans une position annonciatrice, durant le courant électrique en circuit* (1er mars 1902).

319095. — **Mac Ouat.** — *Perfectionnements dans les lampes électriques à incandescence* (25 février 1902).

319246. — **Société Risacher et Hebert.** — *Multi-commutateur automatique pour jeux de lumière* (3 mars 1902).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie Française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. — Les actionnaires de cette Société se sont réunis en assemblée générale le 24 avril 1902. Il y a lieu de remarquer dès le début de ce compte rendu que les bénéfices industriels, réalisés dans le courant de l'exercice 1901, ont été très importants; ils ont même dépassé notablement ceux de l'exercice précédent; mais la crise, qui a si durement frappé les entreprises de tramways, a eu pour effet d'absorber la plus grosse partie des bénéfices, en obligeant la Compagnie à faire subir aux valeurs de son portefeuille une dépréciation dépassant toutes prévisions.

Pour ramener dans l'inventaire les titres du portefeuille à une estimation prudente et les évaluer aux cours pratiqués au 31 décembre dernier, il a donc fallu prélever une somme importante sur les profits. Ce prélèvement, joint au montant du fonds de prévoyance et à celui des bénéfices réservés provenant de l'amortissement des obligations, a sufli pour compenser intégralement la moins-value du portefeuille.

Le surplus de 2253773 fr laissé disponible au compte de Profits et pertes, a permis de proposer la répartition d'un dividende de 25 fr par action, tout en pratiquant les amortissements usuels et en laissant intacte la réserve spéciale de

25 millions, ainsi que la réserve statutaire devant s'élever à 1 024 826 fr.

En passant en revue les diverses exploitations de Tramways dans lesquelles cette Société est intéressée, on remarque que :

La Compagnie générale Parisienne de tramways a vu ses recettes passer de 6 523 151 fr à 7 589 570 en 1901. Le dividende pour chaque action a été de 10 fr.

La Compagnie des Chemins de fer Nogentais a vu ses recettes passer de 648 784 fr a 1 581 660 fr en 1901. Le dividende a été de 10 fr par action.

La Compagnie des Tramways de Rouen a également obtenu un supplément dans ses recettes et son dividende a été de 28,50 fr par action contre 27,50 fr pour l'exercice précédent.

Les Tramways de Nice et du Littoral ont progressé dans leurs recettes de 1 268 490 à 1 718 982 fr en 1901. Le dividende a été de 15 fr par action.

Les Tramways d'Amiens ont continué à réaliser des recettes en augmentation sur celles du précédent exercice. Le dividende pour l'année 1901 a été fixé à 15 fr par action, supérieur de 5 fr à celui de l'année précédente.

Les Tramways électriques et Omnibus de Bordeaux ont progressé dans leurs recettes de 3 624 014 fr à 4 298 197 fr en 1901.

Les Tramways algériens ont obtenu un surplus de recettes de 110 000 fr.

La Société Versaillaise de Tramways électriques et de distribution d'énergie a réalisé des améliorations dans son exploitation par suite de modifications introduites dans son organisation et son usine.

Par contre la Compagnie générale des Omnibus a dû supporter les effets de la concurrence du Métropolitain et de certains tramways de pénétration. Des pourparlers sont engagés avec les pouvoirs publics pour apporter les modifications nécessaires à ses contrats d'exploitation.

La Compagnie générale Française de Tramways continue ses installations, et des commandes importantes ont été passées par elle à la Société, pour les réseaux de Tunis, Nancy, Le Hâvre, Marseille, et pour l'entretien général du matériel électrique.

Les recettes de cette dernière Compagnie se sont élevées de 7 163 778 fr à 7 969 700 fr.

La Compagnie d'électricité Thomson-Houston de la Méditerranée a maintenu son activité industrielle. En Italie, elle a continué, pour le compte de la Compagnie des Chemins de fer de la Méditerranée, l'installation de la ligne électrique de Milan-Gallarate-Varèse, ayant un développement de 130 kilomètres avec ses embranchements, et dont l'inauguration a eu lieu en octobre 1901.

Elle transforme le réseau des tramways de Bologne.

D'autre part, elle a obtenu la commande de l'installation d'un transport de force de 5400 chevaux à 30 000 volts, sur une distance de 60 kilomètres, du Mont-Cenis à Turin.

En Espagne, la même Compagnie a créé la Compagnie Ibérique d'électricité Thomson-Houston, au capital de 10 millions, en lui apportant dans des conditions avantageuses, ses affaires en cours et ses droits pour l'Espagne et le Portugal.

La Compagnie Hellénique Thomson-Houston, fondée également par la Compagnie d'électricité Thomson-Houston de la Méditerranée, a passé un important traité de fourniture de matériel électrique avec la Compagnie du chemin de fer d'Athènes au Pirée.

La Société Énergie électrique du littoral méditerranéen, par suite du rachat de la Société des Forces motrices et de l'acquisition d'un certain nombre de chutes d'eau, s'est assuré une situation prépondérante dans l'industrie de la production de l'énergie électrique et de sa distribution sur tout le littoral méditerranéen. C'est ainsi qu'elle fournit le courant à la Compagnie des Tramways de Nice et du littoral, aux tramways de Cannes, à la Société Niçoise d'électrochimie, à la Compagnie du gaz de Nice, aux Moulins de Contes, de l'Ariane et à plusieurs autres clients ou sociétés.

La Compagnie Française des Accumulateurs électriques « Union » a obtenu des commandes importantes de batteries pour diverses administations publiques, entre autres la Marine et plusieurs grandes compagnies de chemins de fer, pour la Compagnie générale des Omnibus, pour différentes sociétés de tramways et d'éclairage, etc. Elle a de plus pris part avec succès à un concours organisé au ministère de la Marine, en vue de fournitures de batteries pour l'équipement de bateaux sous-marins, et le résultat de ce concours l'a placée en excellente situation pour obtenir une large part des commandes dont il s'agit.

A la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, indépendamment des fournitures effectuées pour le service courant des sous-stations de sa ligne électrique des Invalides à Versailles, la Compagnie Thomson-Houston a livré, à l'essai, un train à unités multiples Thomson-Houston, qui fonctionne actuellement à l'entière satisfaction de la Compagnie.

Le service de traction sur certaines lignes de la Compagnie des tramways de Paris et du département de la Seine, conformément aux accords, est assuré sur les lignes desservant Aubervilliers, Pantin et Saint-Denis. La ligne de Saint-Denis-Aubervilliers-Opéra a été mise en exploitation dans le courant de 1901, dans sa partie extra-muros, ainsi que la ligne d'Aubervilliers-La Courneuve.

En dehors de toutes les affaires, dont le lecteur vient d'être entretenu, il faut noter des commandes d'importances diverses de différentes Compagnies.

C'est ainsi que la Compagnie Thomson-Houston a été chargée par la Société des voies ferrées du Dauphiné et par la Compagnie de tramways de Clermont-Ferrand, de la fourniture des équipements complets nécessaires à leur matériel roulant, et de la fourniture et de l'installation du matériel électrique des sous-stations des tramways de Lille et de l'usine de la Compagnie du gaz et d'électricité de Melun.

La Compagnie Thomson-Houston s'est aussi occupée de la vente du petit matériel électrique et a traité avec diverses sociétés minières pour la fourniture de machines et d'appareils de mines.

D'autre part, les relations de la Compagnie avec le Chemin de fer Métropolitain se sont grandement développées dans le courant de l'exercice écoulé. Indépendamment des équipements électriques destinés aux nouvelles voitures que cette Compagnie a mises en service, la Compagnie Thomson-Houston a été chargée de la fourniture du matériel nécessaire à l'extension de son importante usine de Bercy et à ses diverses sous-stations de transformation; et, en outre, de la fourniture des équipements des voitures à mettre en service sur les nouvelles lignes qui vont être ouvertes à la circulation.

Aux usines de la Société des établissements Postel-Vinay, pendant l'année écoulée, la fabrication a été développée tant au point de vue de la méthode que des applications. Ces usines occupent actuellement un emplacement de 12 000 m² et emploient 800 ouvriers.

La production, pour 1901, s'est élevée à 5 683 000 fr permettant, après des amortissements importants, de distribuer un dividende de 8 pour 100 aux actions, dont la Compagnie Thomson-Houston possède la presque totalité.

Cette année un incendie a causé dans les ateliers de grands dégâts; mais ceux-ci sont couverts par des assurances, et le chômage a été de courte durée.

Précédemment le travail a été presque entièrement absorbé par l'application de l'électricité aux tramways; maintenant, aux usines, on poursuit les études et la mise au point de nouveaux types de machines à courant continu et alternatif, de haute et basse tension pour toutes les autres applications.

On peut compter que de grands avantages seront retirés de ce travail dans les exercices prochains.

De grands efforts ont été faits pour l'amélioration et le développement des moyens de production tant dans le domaine du transport de force et de la distribution d'énergie, que dans différentes applications électriques dans les mines, les téléphones, les télégraphes, les signaux de chemins de fer, etc. La Société s'est en effet assuré la construction exclusive, pour la France, des appareils de « block system » connus sous le nom de « Hall signal » appliqués au Métropolitain, aux chemins de fer P. L. M. et du Midi.

L'exposé qui précède permet de se rendre compte de la situation des diverses entreprises auxquelles la Compagnie Thomson-Houston est intéressée; il paraît, toutefois, nécessaire de compléter cet exposé par l'indication des mesures prises pour assurer le fonctionnement des principales affaires de tramways.

On se rappelle que, pour permettre aux diverses filiales de terminer la transformation de leur réseau, il leur avait été consenti des avances importantes, dont le remboursement devait se faire par le produit de l'émission des obligations qui devait être autorisée dès que leur exploitation serait complète, et on a pu constater, au cours du présent exercice, que le moment est arrivé pour la plupart d'entre elles.

Il en est une, toutefois, et la plus importante : la Compagnie générale Parisienne de Tramways, dont la transformation n'était pas encore assez avancée pour qu'elle fût admise à émettre des obligations et qui, cependant, avait besoin de nouvelles avances pour achever cette transformation. Possédant un réseau de premier ordre, dont la partie déjà transformée a donné des résultats excellents, cette Compagnie ne peut manquer d'obtenir de sérieux bénéfices, lorsque la traction électrique par fil sera installée sur toutes ses lignes. Devant cette situation la Compagnie Thomson-Houston n'a pas hésité à donner sa garantie à une importante opération de trésorerie par laquelle les diverses filiales ont cédé, à un groupe financier, les obligations qu'elles avaient ou auraient le droit d'émettre et ont pu ainsi assurer le remboursement de leur dette à la Compagnie Thomson-Houston, tout en conservant les fonds nécessaires à leur complet développement. Par suite de ce remboursement, la Compagnie Thomson-Houston s'est trouvée en mesure d'exécuter les travaux de la Compagnie générale Parisienne de Tramways; mais, avant de lui consentir ces nouvelles avances, il a fallu régulariser sa situation. La Compagnie Thomson-Houston a donc garanti l'augmentation de capital de 10 millions de francs qu'elle a votée précédemment, certaine de l'avenir réservé à ces actions, malgré la défaveur dont les frappe aujourd'hui une spéculation irraisonnée. Quant au remboursement des avances nouvelles nécessitées par les travaux nouveaux, la Compagnie générale Parisienne de Tramways y pourvoira par la suite, soit par une nouvelle augmentation de son capital, soit par une émission d'obligations suivant les circonstances.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1901

Actif.

Apports	2 100 000,00 fr.
Frais de constitution et d'installation	1,00
Mobilier	1,00
Modèles, dessins industriels, frais d'études, de brevets, etc.	1,00
Immeubles	1 042 412,03
Espèces en caisse, en banque et effets à recevoir	974 062,26
A reporter	4 116 477,29 fr.
Report	4 116 477,29 fr.
Titres en portefeuille (Ce chapitre comprend : La Compagnie générale Parisienne de Tramways; la Compagnie des Chemins de fer Nogentais; la Compagnie des Tramways de Rouen; la Compagnie des Tramways de Nice et du Littoral; la Société des Tramways d'Amiens; la Compagnie Française des Tramways électriques et Omnibus de Bordeaux; la Société des Tramways Algériens; la Société Versaillaise de Tramways électriques et de Distribution d'énergie; la Compagnie générale des Omnibus; la Compagnie générale Française de Tramways; la Compagnie d'Électricité Thomson-Houston de la Méditerranée; la Société « Énergie électrique du Littoral méditerranéen »; la Compagnie Française des Accumulateurs électriques « Union »; la Société des Établissements Postel-Vinay et un petit nombre d'actions et obligations dans diverses autres Sociétés moins importantes)	63 703 673,00
Participations industrielles	8 402 647,45
Matériel en magasin et chez divers	2 545 018,04
Travaux en cours	8 086 982,12
Entreprises en exploitation	98 483,67
Débiteurs divers	17 989 857,86
Comptes d'ordre et divers	25 404,17
Frais d'émission et prime sur obligations en cours	2 571 950,00
Total de l'actif	107 540 463,60 fr.

Passif.

Capital	40 000 000,00 fr.
Obligations 5 et 4 pour 100	28 719 500,00
Amortissements d'apports	950 000,00
Réserve statutaire	921 178,37
Réserve spéciale	25 000 000,00
Créditeurs divers	8 240 124,97
Coupons à payer sur actions et obligations	439 263,79
Obligations à rembourser	52 463,17
Comptes d'ordre et divers	961 160,76
Profits et pertes	2 253 773,54
Total du passif	107 540 463,60 fr.

Première résolution. — L'assemblée générale approuve, dans toutes leurs parties, le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires, ainsi que les comptes de l'exercice 1901, tels qu'ils viennent d'être présentés et détaillés; elle autorise notamment l'affectation du fonds de prévoyance, s'élevant à 1 750 000 fr, et de la somme de 1 152 450 fr provenant de l'amortissement d'obligations, à l'atténuation de la moins-value du portefeuille et arrête, en conséquence, à la somme de 2 253 773,54 fr, le solde créditeur du compte de profits et pertes.

Deuxième résolution. — L'assemblée fixe le dividende de l'exercice 1901 à 25 fr par action, qui seront payés à partir du 15 juillet 1902. Elle décide que le solde du compte de profits et pertes, s'élevant à 150 125,60 fr, sera reporté à nouveau à l'exercice 1902.

Troisième résolution. — L'assemblée réélit comme administrateurs : MM. Postel-Vinay, Griffin, Thurnauer, Burrell, administrateurs sortants.

Quatrième résolution. — L'assemblée générale décide qu'il y aura deux commissaires pouvant agir ensemble ou séparément pour le rapport à faire à l'assemblée générale, sur les comptes de l'exercice 1902; elle nomme, pour remplir ces fonctions pendant le même exercice : MM. A. Beglet, et D. Monnier; avec faculté, pour chacun des deux commissaires, d'accomplir seul le mandat ci-dessus, en cas d'empêchement de son collègue pour une cause quelconque. Elle fixe à 1000 fr la rémunération de chacun d'eux.

Cinquième résolution. — L'assemblée générale donne, en tant que de besoin, à ceux de ses administrateurs qui font, en même temps, partie d'autres sociétés, les autorisations exigées par la loi du 24 juillet 1867, en raison des affaires qui pourraient être traitées avec les dites sociétés.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

49 092. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.



11e Année. — N° 260. 25 Octobre 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

Téléphones de l'Industrie électrique :

Rédaction : N° 812-89.

Administration { N° 704-44. N° 704-23.

INFORMATIONS

Ligne à 60 000 volts. Transformateurs à 80 000 volts. — La vogue des hautes tensions va grandissant, moins, il est vrai, en pratique qu'on ne pourrait le croire d'après les exagérations de certains journaux; mais ici, comme en toute industrie, le progrès s'effectue à pas lents, mais sûrs; il est seulement important, en le constatant, de ne pas prendre à la lettre tout ce qu'on annonce de merveilleux et de faire prudemment la part de l'exagération. Il faut aussi tenir compte de l'influence des mœurs, des besoins, des habitudes, du climat, etc., sur le développement de certaines industries, rationnelles ou absurdes, suivant le pays où on veut les installer.

On sait que le climat exceptionnel de la Californie permet l'exploitation presque continue d'une ligne à 60 000 volts.

On sait aussi qu'aux États-Unis, dans des régions de climat moins exceptionnel, il existe en exploitation des lignes à 44 et 50 000 volts.

Enfin, on annonce la création d'une ligne à 60 000 volts, reliant l'usine canadienne de Niagara à la ville de Toronto, dont la distance est d'environ 144 km.

Les génératrices produisant le courant électrique sont d'une puissance de 7500 kilowatts, et transmettent le courant à la ligne aérienne sous une tension de 11 000 volts après avoir subi une élévation de tension de 11 000 à 60 000 volts.

Les transformateurs sont arrivés à un degré de perfectionnement plus grand que les lignes elles-mêmes, et il en existe à 80 000 volts. La ligne de Madison-River à Butte (Montana) est exploitée à 40 000 volts, et on a l'intention d'en doubler la tension ; on a déjà installé des transformateurs pouvant supporter en service courant 80 000 volts. Des essais consciencieux paraissent établir qu'ils supporteront très bien cette tension en service, les constructeurs s'étant attachés à leur donner un isolement aussi parfait que possible, sans pour cela soustraire leurs enroulements, par une trop grande épaisseur d'isolant, au rayonnement nécessaire de la chaleur Joule dégagée dans ceux-ci. Leur principe général de construction est celui des transformateurs à huile de la *General Electric Company*, et leurs caractères principaux peuvent se résumer comme suit : circulation d'huile aussi parfaite que possible autour de tous les enroulements; grande subdivision de ceux-ci; isolement relativement peu épais des fils; espacement assez grand des conducteurs entre eux; distance superficielle augmentée, pour parer aux décharges possibles, à l'aide de cloisons séparant les enroulements et même à l'aide de joues rapportées sur ces cloisons.

Voici les principales constantes de ces transformateurs :

Puissance par transformateur, en kw.	330
Fréquence du courant, en périodes : s.	60
Tension d'essai, en volts	160 000
Rendement, en pour 100	97,5
Régulation, —	1
Réactance, —	4
Échauffement en marche continue sous une tension de régime, en degrés C.	30

Pile Nogier. — Au dernier Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, tenu au mois d'août 1902 à Montauban, M. Nogier a exposé le résultat intéressant des recherches qui l'ont conduit à retrouver, après M. Kraukoff, un phénomène intéressant d'oxydation de l'aluminium, susceptible de conduire à la construction d'une pile très simple; et, ce qui n'est pas moins intéressant pour la pratique, à éléments non toxiques.

Le fait observé par M. Kraukoff et par M. Nogier est l'altération à l'air d'une plaque d'aluminium amalgamé : l'expérimentateur a constaté la formation rapide d'une végétation drue et serrée d'alumine, et la manifestation d'un dégagement considérable de chaleur.

Il en a fait le principe d'une pile qui peut admettre pour liquide excitateur soit l'eau pure, soit l'eau additionnée de chlorure de sodium.

Dans le premier cas, la lame d'aluminium servant d'électrode négative, et une tige de charbon plongée dans le liquide jouant le rôle d'électrode positive, on constate au voltmètre, entre les deux électrodes, une force électromotrice de 1,5 volt à circuit ouvert.

Si le liquide excitateur est de l'eau additionnée de chlorure de sodium, la force électromotrice à circuit fermé peut atteindre 2 volts.

La pile est d'ailleurs susceptible, sous une tension un peu moindre, d'un débit de courant que M. Nogier ne fait malheureusement pas connaître, mais sur lequel il est aisé de se fixer par des essais. Cette force électromotrice se maintient naturellement jusqu'à destruction de l'aluminium par oxydation.

Si cette pile est susceptible d'un bon service, elle mérite évidemment d'être préférée à toutes les piles à substances toxiques, ou à composés complexes.

Un indicateur de pôles à la portée de tout le monde. — L'apparition sur le marché des lampes Nernst que de récents progrès de fabrication ont rendues pratiques, nécessite de la part des monteurs-électriciens ou des consommateurs une certaine attention pour la mise en place des lampes à courant continu.

Il faut en effet reconnaître les pôles de la douille sur laquelle se montera la lampe; cette opération, très facile lorsqu'on a sous la main du papier indicateur des pôles, est plutôt délicate si l'on ne possède qu'un voltmètre, à cause des chances de court-circuit.

Ayant eu récemment à confier à des ouvriers le montage de ces lampes, nous nous sommes servi tout simplement de rognures de papier au ferro-prussiate déjà impressionné par la lumière et lavé. Ce papier, bien connu dans tous les ateliers où il sert au tirage des calques en traits blancs sur fond bleu, constitue un excellent indicateur de pôles. Il suffira de prendre de vieux dessins, de découper un morceau de la grandeur de la douille, de le mouiller légèrement et de l'appliquer quelques instants sur les pistons reliés à une canalisation à 110 volts ou à 220 volts. Le piston correspondant au pôle *négatif* laissera une tache *blanche* caractéristique.

Le bleu de Prusse du papier est en effet électrolysé, de la potasse apparait au pôle négatif où elle décolore le papier.

Nous avons pensé rendre service à nos lecteurs en leur signalant ce procédé simple et peu coûteux pour reconnaître rapidement les pôles d'une canalisation. A. S.

Cours d'électricité industrielle à la Fédération générale professionnelle des chauffeurs-mécaniciens-électriciens. — Les cours d'électricité industrielle organisés par la Fédération générale professionnelle des chauffeurs-mécaniciens-électriciens sont ouverts dans Paris et dans la banlieue depuis le 17 octobre 1902. Les cours ont lieu dans l'ordre suivant :

Cours de 1re année. — *Mairie du IVe arrondissement.* Professeur : M. L. Hommen, ingénieur-électricien. Tous les mardis à 8 h. 1/2 du soir (28 octobre). — *École des garçons,* 36, *rue Grange-aux-Belles* (Xe arrondissement). Professeur : M. Delassalle, ingénieur-électricien. Professeur suppléant : M. Pavard. Tous les mardis à 8 h. 1/2 du soir (28 octobre). — *Lycée Voltaire,* 101, *avenue de la République* (XIe arrondissement). Professeur : M. Soulier, ingénieur-électricien. Tous les vendredis à 8 h. 1/2 du soir (24 octobre). — *École,* 40, *boulevard Diderot* (XIIe arrondissement). Professeur : M. Carol, ingénieur civil. Professeur suppléant : M. Mossé. Tous les samedis à 9 h. du soir (25 octobre). — *École communale, rue de l'Ouest* (XIVe arrondissement). Professeur : M. Nissou, ingénieur-électricien. Tous les vendredis à 8 h. 1/2 du soir (24 octobre). — *École des garçons,* 60, *rue Saint-Charles* (XVe arrondissement). Professeur : M. Jumau, ingénieur-électricien. Tous les vendredis à 8 h. 1/2 du soir (24 octobre). — *École,* 18, *rue Ampère* (XVIIe arrondissement). Professeur : M. Chéneveau, ingénieur-électricien. Tous les mercredis à 8 h. 1/2 du soir (29 octobre). — *École,* 65, *rue Clignancourt* (XVIIIe arrondissement). Professeur : M. Clerbout, ingénieur. Tous les vendredis à 8 h. 1/2 du soir (14 novembre). — *École,* 7, *rue Barbanègre* (XIXe arrondissement). Professeur : M. Godard, ingénieur. Tous les vendredis à 8 h. 1/2 du soir (24 octobre). — *École des garçons, rue de Châteaudun, à Saint-Denis* (*Seine*). Professeur : M. H. Hommen, ingénieur-électricien. Tous les mercredis à 8 h. 1/2 du soir (29 octobre). — *École communale, rue J.-J. Rousseau, à Ivry* (*Seine*). Professeur : M. F. Hoffman, ingénieur-électricien. Tous les mardis à 8 h. 1/2 du soir (28 octobre). — *École communale rue Marjolin, à Levallois-Perret* (*Seine*). Professeur : M. D. Augé, ingénieur-électricien. Tous les mardis à 8 h. 1/2 du soir (28 octobre). — *Mairie des Gobelins* (XIIIe arrondissement). Professeur : M. L. Chappaz, ingénieur-électricien. Tous les vendredis à 8 h. 1/2 du soir (17 octobre). — *Alfortville. École des garçons.* Professeur : M. Laforge, électricien. Tous les vendredis à 8 h. 1/2 du soir (24 octobre).

Cours d'électricité pratique de deuxième année (*ouvert aux élèves ayant suivi avec succès les cours de 1re année*). — Exercices pratiques, manœuvres électriques, montage, installations, dynamos, tableaux de distribution : cours pratique à la *Mairie du IVe arrondissement,* le jeudi à 8 h. 1/2 du soir. Des exercices pratiques, mise en marche, réglage des machines auront lieu dans diverses usines. Professeur : M. J. Laffargue, ingénieur-électricien (23 octobre).

A la fin du cours de 1re année, la Fédération délivre des certificats aux élèves ayant satisfait aux examens théoriques. — A la fin de la 2e année, après examens pratiques, la Fédération décerne des diplômes d'électricien.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. J. Laffargue, secrétaire général de la Fédération, chargé des cours d'électricité industrielle, 70, boulevard Magenta, à Paris.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Habas (Landes). — *Éclairage* — Il est question d'éclairer cette coquette ville à la lumière électrique. Deux ingénieurs



sont venus à Habas se rendre compte de la possibilité de l'exécution des travaux.

ÉTRANGER

Naples. — *Distribution d'énergie électrique.* — Cinq installations importantes ont été faites dans cette ville; nous les résumerons en quelques lignes.

C'est en 1889 que fut fondée la première usine pour l'éclairage public et la distribution de l'énergie dans le port; depuis on a conservé à peu près le même type de distribution. L'installation comporte des sous-stations avec accumulateurs, mais le nombre a été augmenté de manière à pouvoir subvenir aux besoins plus grands de la ville. D'autre part, l'usine et les sous-stations ont été complètement refaites avec des matériaux nouveaux, ainsi que le réseau. L'usine occupe une superficie d'environ 2400 m²; elle renferme actuellement 5 groupes électrogènes de 1100 chevaux; en outre, on a réservé l'espace nécessaire pour installer 3 autres groupes semblables et éventuellement 4; les chaudières, timbrées à 10 kg : cm² et de 265 m² de surface de chauffe, sont au nombre de 10, et on peut les augmenter de 8 unités. La condensation se fait au moyen de l'eau de mer; l'eau d'alimentation est fournie par un puits artésien. Les moteurs ont été fournis par la maison Tosi de Legnano; les chaudières par MM. Babcock et Wilcox, les dynamos par la Société Siemens et Halske, les câbles souterrains par la Société Siemens et Halske et MM. Pirelli et Cie. Les sous-stations sont au nombre de 5; les trois intermédiaires ont 8 batteries chacune de 69 accumulateurs (Tudor) et d'une capacité de 1200 ampères-heure; les deux sous-stations extrêmes disposent de 8 batteries du même type et ayant le même nombre d'éléments, mais chacune de ces dernières batteries a une capacité de 840 ampères-heure. Le réseau d'éclairage et de distribution de force motrice pour moteurs de faible puissance est souterrain dans la partie centrale de la ville et aérien dans la partie excentrique. Quant au réseau pour distribution de force motrice à des moteurs de grande puissance, il est parcouru par un courant de 300 volts, et, actuellement, il alimente les deux funiculaires du Vomero.

Société des tramways napolitains. — L'usine centrale de cette Société renferme trois groupes électrogènes chacun d'une puissance de 1500 chevaux, ainsi que deux autres groupes chacun d'une puissance de 700 chevaux, sans parler d'une machine de 500 chevaux servant à actionner les dévolteurs et survolteurs qui régularisent la tension du réseau. Ce dernier est très étendu : en effet, le rayon de la distribution dépasse 15 km et la consommation est considérable à la périphérie. On peut installer dans l'usine une nouvelle machine de 1500 chevaux. La condensation et l'alimentation s'opèrent au moyen de l'eau empruntée à un affluent du Sebeto et à des puits artésiens. Le matériel mécanique (chaudières et moteurs) sort de la maison Tosi, le matériel électrique de la maison Schückert et Cie et le matériel de traction de la maison Thomson-Houston. Le réseau d'alimentation est souterrain; la ligne de service, aérienne. La tension est de 550 volts.

Société des tramways provinciaux. — L'usine comprend trois groupes électrogènes de 350 chevaux : l'un à courant triphasé, le deuxième à courant triphasé et à courant continu, le troisième à courant continu. L'alimentation du réseau se fait avec du courant continu, au moyen d'une batterie d'accumulateurs, pour la partie voisine de l'usine et, ailleurs, avec du courant triphasé à 5000 volts que transforment deux sous-stations pourvues de convertisseurs tournants et de batteries d'accumulateurs; la distribution se fait sous 550 volts; la ligne de service est aérienne. Les machines à vapeur surchauffée sortent de la Erste Brunner Maschinen-Fabrik; les chaudières ont été construites par la maison Babcock et Wilcox, le matériel électrique par la Compagnie Union de Berlin, les accumulateurs par M. Majert, de Berlin. L'usine possède une installation spéciale pour la condensation. Le réseau des tramways alimentés a un développement de plus de 34 km; son point extrême se trouve à environ 15 km de l'usine.

Société des tramways du Nord. — L'usine possède également trois groupes électrogènes; elle fait sa distribution directement et avec du courant continu sans recourir à l'emploi d'accumulateurs. Elle alimente les lignes interurbaines de Naples-Miano-Giulano (environ 25 km). Les machines à vapeur sortent de la fonderie Fratte de Salerne; les chaudières, de la maison Babcock et Wilcox; le matériel électrique de l'usine et celui employé pour la traction ont été fournis par les ateliers électriques de Charleroi. La distribution se fait sous 550 volts.

Société napolitaine pour entreprises électriques. — L'usine de cette Société produit du courant triphasé d'une tension de 3000 volts. Au moyen de deux sous-stations d'accumulateurs et de transformateurs tournants, chacune pourvue de deux batteries d'environ 2500 ampères-heure de capacité, elle alimente de courant continu un réseau aérien à deux conducteurs destiné à fournir l'éclairage et la force; en outre, la même usine alimente de courant triphasé un réseau d'éclairage à trois conducteurs aériens; elle donne, en outre, du courant triphasé à un réseau de lumière et de force motrice qui est souterrain dans la ville proprement dite et aérien dans la partie périphérique, ainsi que dans quelques communes suburbaines. Le réseau de cette Société est encore en voie de construction. L'usine comprend actuellement deux groupes électrogènes d'une puissance de 500 chevaux et un autre groupe de 300 chevaux; on songe à l'augmenter d'une nouvelle unité de 2000 chevaux : les deux machines actuelles de 500 chevaux sont à triple expansion et sortent de la maison Néville; celle de 200 chevaux est une compound verticale à grande vitesse construite par la maison Tosi; deux des alternateurs actuels sortent des ateliers Ansaldo et Cie, et le troisième, des ateliers Gudda, etc. On utilise, pour l'alimentation et la condensation, l'eau d'un puits artésien. Pour les communes voisines de Naples, on a prévu des stations de transformation dans lesquelles on élèvera la tension; on doit installer ces stations là où se termine la canalisation souterraine.

CORRESPONDANCE

Sur le régimage et le compoundage des alternateurs.

Cher Monsieur Hospitalier,

Mon ami Routin me prie de répondre à votre invitation et de vous écrire ce que je pense des expressions *compoundage* et *régimage*.

Je n'en pense rien; mais, si régimage est accepté, je dirai que Routin a bien fait de régimer, au lieu de compounder.

En effet, si les machines à vapeur ou les turbines ont leur admission commandée par un tachymètre, ce sont leurs variations de vitesse qui font varier leur admission. Lorsque la charge varie, ces machines ne peuvent passer d'un état de régime à un autre, sans que la force vive emmagasinée dans les pièces en mouvement varie aussi.

A moins que l'on ne se serve de certains régulateurs de vitesse, non encore entrés dans la pratique, ces variations de force vive entraînent la production de mouvements pendulaires qui se superposent au mouvement de rotation des dynamos. Ils s'amortissent plus ou moins rapidement, mais

leur amplitude originelle peut être très grande, et cela d'autant plus que les machines ont plus de volant et ont subi une variation de charge plus grande.

Ces mouvements pendulaires amènent des variations de tension insupportables et qu'aucun système de compoundage ne peut prévenir.

Avec son régimage, qui ne comporte l'emploi d'aucun tachymètre, Routin évite radicalement cet effet, car il maintient constante la vitesse des machines, quelle que soit leur charge.

La combinaison qui lui a permis d'arriver à ce résultat est très simple et me paraît présenter un caractère essentiel que j'ai grand plaisir à signaler.

L'admission de la machine motrice est commandée par un véritable dynamomètre qui la rend fonction de la charge de la dynamo.

Mais, si on se contentait de ce mode de réglage, la vitesse du système, lorsque l'équilibre dynamique serait obtenu, pourrait être quelconque et avoir autant de valeurs différentes que l'intensité du courant d'excitation de la dynamo en aurait elle-même.

Pour que la vitesse demeure constante, il est nécessaire qu'à chaque valeur de l'admission corresponde une valeur déterminée du courant d'excitation, en admettant, bien entendu, que la dynamo soit une machine à courant continu ou un alternateur travaillant sur un réseau à facteur de puissance constant.

C'est là la condition essentielle qu'a remplie Routin, en faisant commander simultanément, par le même dynamomètre, l'admission de la machine motrice et le rhéostat d'excitation de la dynamo.

Ce qu'il y a de plus étonnant, c'est que l'on n'y ait jamais pensé.

Votre bien dévoué, M. Leblanc.

Monsieur le Directeur,

La question des alternateurs compound m'intéressant tout particulièrement, je me permets de prendre part à la polémique soulevée au sujet du « compoundage électromécanique » de M. Routin.

Dans les alternateurs compound de conception récente, toute manœuvre de rhéostat est exclue a priori. Ces alternateurs, supposés entraînés à vitesse constante, sont à tension constante *par construction*. L'excitatrice ou le collecteur y sont solidaires de l'alternateur même et comme conception et comme exécution. Excitatrice dite spéciale ou collecteur ne sont pas, d'ailleurs, des moyens ayant pour unique capacité de réaliser des machines à tension indépendante de la charge; ce sont, à mon avis, les auxiliaires naturels d'un alternateur *qui* permettent de construire *d'abord* des machines à excitation shunt et à excitation série comme en courant continu, puis des machines à excitation composite, les machines compound.

Mais le résultat industriel généralement poursuivi, grâce à ces auxiliaires, est bien, en somme, de réaliser des machines dont la tension ne varie pas avec la charge. Or le résultat est tellement aux yeux de l'industriel et de l'ingénieur, précisément la chose essentielle, que « compounder une machine » semble bien signifier aujourd'hui « appliquer à cette machine un procédé quelconque capable de prévenir les variations de la tension avec la charge ». (On use dans la circonstance d'une figure connue grâce à laquelle le résultat est pris pour le procédé). Aussi, bien que la manœuvre automatique d'un rhéostat d'excitation ne semble avoir de commun avec les procédés de compoundage proposés par les purs électriciens que le but poursuivi, M. Routin, sans faire de machine compound, fait bien du compoundage au sens aujourd'hui acquis par ce mot. Il convient d'ailleurs d'observer que le régulateur automatique de M. Routin, contrairement aux régulateurs voltmétriques déjà connus, a pour principe d'utiliser directement le débit lui-même et non pas les fluctuations mêmes de la tension pour commander l'excitation. Le réglage de l'excitation se fait donc antérieurement à toute variation de tension résultant de la mise en charge. C'est au fond le véritable mécanisme d'un compoundage.

M. Routin fera même encore du compoundage en veillant avec son régulateur à la non-altération de la vitesse au moment des variations de charge. Une machine compound ordinaire, pour être à tension constante, exige en effet un entraînement à vitesse constante. C'est là, avec les régulateurs actuels, une hypothèse gratuite. L'originalité de M. Routin est d'avoir fixé son attention sur ce point et d'avoir imaginé un système de régulation remarquablement stable capable d'exclure, par principe, toute variation de vitesse.

Les régulateurs connus ont pour résultat de *modérer* simplement les écarts de vitesse, puisque l'altération seule de la vitesse détermine leur intervention. Dans le régulateur de M. Routin, au contraire, le couple résistant lui-même assure d'emblée, antérieurement à toute perturbation dynamique, l'ouverture de vanne exactement appropriée au régime qui s'établit. La vitesse du moteur reste donc indifférente à toute variation de charge. On substitue, en quelque sorte, un procédé statique à un procédé dynamique.

L'application immédiate du principe de régulation adopté dans le système de M. Routin peut se concevoir réalisée très simplement, en faisant commander le vannage par un ampèremètre ou un wattmètre. Mais l'équilibre dynamique n'est pas seulement destiné à être troublé par des variations du couple résistant. Cet équilibre peut être troublé également par des variations spontanées du couple moteur. Que la pression de la vapeur augmente, par exemple, et, avec un simple ampèremètre, le groupe s'emballera aussitôt. La particularité essentielle du régulateur de M. Routin est d'être *différentiel*. Il en résulte des conditions de stabilité et des conditions de fonctionnement dans les cas de court-circuit et de rupture de circuit vraiment remarquables.

M. Routin a, sans doute, fait la remarque que, puisqu'il avait un mécanisme automatique à sa disposition, autant valait l'utiliser doublement en lui faisant manœuvrer le rhéostat d'excitation. Mais, dans le cas des alternateurs dits à grande réaction, il me paraît urgent de tenir compte du cos φ même instantané. Un à-coup dans le débit en courants déwattés ne doit pas agir sur le vannage, il doit cependant agir sur l'excitation. Comment toujours concilier les exigences complexes de l'excitation avec la manœuvre du vannage?

Personnellement, la machine compound proprement dite dont j'ai parlé plus haut me paraît correspondre à une conception théorique trop complète, répondre, en quelque sorte, à un besoin d'ordre didactique trop immédiat, pour n'avoir pas un sens pratique au-dessus de réglages extérieurs par mécanismes automatiques. Malgré la multiplicité des inventions récentes, elle est une en réalité. Convenablement mise au point de divers côtés, elle ne tardera pas, je crois, à s'imposer comme la machine universelle.

Son entraînement par moteur mécanique muni du régulateur électro-mécanique *différentiel* de M. Routin ne s'en impose pas moins. Un semblable régulateur contribuerait, de concert avec la constitution même de la machine compound, à assurer vraiment la constance des tensions aux bornes de l'usine, c'est-à-dire à résoudre, dans son entier, le problème du compoundage.

Veuillez agréer, etc. Marius Latour.

Le lecteur qui signe A. Bonné *est prié de se faire connaître.*
(N. D. L. R.).



LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A PARIS

AU 1er OCTOBRE 1902

Depuis 1892, *l'Industrie électrique* a suivi régulièrement et consigné dans des statistiques détaillées tous les changements ou modifications survenus dans les réseaux de distribution d'énergie électrique établis à Paris. En 1900, dans le nº 201 du 10 mai, p. 178, nous avons publié un long travail se rapportant non seulement aux sociétés de distribution, mais intéressant également les usines municipales et les usines particulières de Paris. Nous nous sommes également étendu sur les résultats d'exploitation obtenus pendant les dix premières années (1889-1899), d'une part d'après les renseignements officiels publiés, et d'autre part par les renseignements que nous avons pu recueillir auprès des diverses sociétés concessionnaires.

Nous croyons utile de reprendre aujourd'hui notre statistique se rapportant uniquement aux réseaux de distribution parisiens.

I. — Généralités sur les distributions

Des changements importants sont survenus dans les modes de production de l'énergie électrique; nous allons les signaler en détail dans ce qui va suivre. Les Compagnies ont résolu d'installer en dehors de Paris de puissantes usines de production, de faire la transmission dans Paris, et d'alimenter ensuite leurs réseaux actuels de distribution à l'aide de sous-stations.

Dans presque toutes les stations et sous-stations les courroies et les organes de transmission ont disparu. Les machines à vapeur ou les moteurs électriques commandent directement les alternateurs ou machines dynamos. Il n'y a plus que des groupes électrogènes. Notre tableau général comporte encore une colonne pour les moteurs et une colonne pour les dynamos; mais nous avons eu soin d'ajouter que celles-ci étaient commandées directement.

Les canalisations souterraines dans Paris donnent en général de bons résultats. Quelques-unes sont excellentes, d'autres au contraire sont mauvaises et ne fournissent que des isolements très faibles. Il est vrai que les fautes ou les défauts ne proviennent pas le plus souvent de la canalisation extérieure proprement dite. Si un câble présente un défaut pour une raison ou une autre, coup de pioche dans les travaux sur la voie publique, inondation, etc., le point faible est rapidement trouvé et réparé.

Mais les défauts proviennent en général des installations électriques intérieures des abonnés, installations souvent mal entretenues, avec des appareils mixtes à gaz et à électricité. Il en résulte des isolements très faibles, presque nuls, qui peuvent être dangereux. A côté de ces mauvaises installations, nous devons en signaler de très remarquables dont l'isolement est très élevé et atteint des milliers de mégohms.

II. — Modifications des stations centrales

La **Compagnie continentale Edison** a poursuivi l'installation d'une station centrale à Saint-Denis; cette station a actuellement une puissance de 4400 kilowatts. La transmission d'énergie à Paris se fait en courant continu à 3 fils et à la tension de 22 200 volts. La canalisation est en câbles nus placés dans une galerie établie de Saint-Denis à la sous-station Drouot, 8 rue du Faubourg-Montmartre, dans l'intérieur de Paris. Une dérivation alimente une sous-station à l'Opéra et une autre dérivation l'avenue Trudaine. Au fur et à mesure des besoins, l'usine de Saint-Denis recevra les générateurs d'énergie électriques, ou augmentera la puissance des sous-stations dans Paris et les anciennes stations (Drouot, Trudaine, Palais-Royal) deviendront des stations de réserve.

La **Société anonyme d'éclairage et de force par l'électricité** a augmenté considérablement la puissance de l'usine de Saint-Ouen, et a installé des alternateurs à courants diphasés pour effectuer à haute tension la transmission de l'énergie dans plusieurs stations et sous-stations de Paris. Des transformateurs-redresseurs Hutin et Leblanc transforment les courants diphasés en courant continu pour la distribution dans Paris.

La **Société anonyme d'éclairage électrique du secteur de la place Clichy** a établi, à côté de son usine primitive, installée dans des conditions si soignées, une sous-station importante (3200 kilowatts), desservie par l'usine du Triphasé à Asnières.

Nous ne pouvons ensuite que mentionner des agrandissements et des augmentations de puissance pour les autres sociétés concessionnaires.

L'usine municipale d'électricité des Halles centrales, en tant que station de distribution, n'a subi aucune modification.

III. — Utilisation de l'énergie électrique

Il est certain que les applications de l'énergie électrique se développent à Paris, puisque les réseaux de distribution sont obligés d'augmenter leur puissance

TABLEAU SYNOPTIQUE DES

Cinquième

STATIONS CENTRALES ET SOUS-STATIONS.	CHAUDIÈRES.	MOTEURS.	DYNAMOS.
			COMPAGNIE CONTI
STATION DROUOT, 8, *rue du Faubourg-Montmartre.*	4 chaudières Belleville, donnant chacune 3600 kg de vapeur par heure, à la pression de 15 kg : cm^2. 4 chaudières Belleville fournissant chacune 2100 kg de vapeur par heure, à 15 kg : cm^2.	2 moteurs Corliss horizontaux de 300 chevaux, l'un à 45 tours par minute et l'autre à 62. 2 moteurs pilon verticaux à triple expansion Weyher et Richemond de 300 chevaux à 132 tours par minute. 1 moteur Willans de 580 chevaux à 325 tours par minute.	8 dynamos Edison de 800 A à 130 volts à 2 pôles (100 kw), à 350 tours par minute. 2 en tension, 4 en quantité, commandées par courroies. 1 dynamo Fives-Lille de 3000 A à 130 volts (400 kw), commandée directement.
STATION TRUDAINE, 11, *avenue Trudaine.*	3 chaudières Belleville fournissant 3000 kg de vapeur par heure, à la pression de 15 kg : cm^2. 6 chaudières Belleville donnant 3600 kg de vapeur par heure dans les mêmes conditions.	4 moteurs pilon verticaux à triple expansion, Weyher et Richemond à 3 cylindres, de 300 chevaux à 132 tours par minute. 2 machines Corliss pilon de 750 chevaux à 105 tours par minute.	8 dynamos Edison de 800 A à 130 volts à 8 pôles (100 kw), à 132 tours par minute, 2 en tension, 4 en quantité, commandées directement à l'aide de plateaux Raffard. 2 dynamos Brown à 2 anneaux et 2 collecteurs chacune de 600 kw, 130 volts et 4500 A, à 105 tours par minute, attelées directement sur l'arbre.
STATION DU PALAIS-ROYAL, *Cour d'honneur.*	5 chaudières Belleville produisant chacune 1850 kg de vapeur par heure, à la pression de 12 kg : cm^2.	7 moteurs pilon verticaux à triple expansion Weyher et Richemond de 150 chevaux à 160 tours par minute.	7 dynamos Edison de 800 A à 125 volts (100 kw), à 350 tours par minute, commandées par courroies.
SOUS-STATION SAINT-GEORGES, 38, *rue Saint-Georges.*	Néant.	Moteur électrique Edison de 230 A à 120 volts (55 kw), branché sur le réseau, à 700 tours par minute.	1 dynamo Edison de 350 A à 90 volts, commandée directement par le moteur électrique à l'aide d'un plateau Raffard.
SOUS-STATION PARISIANA. *Rue Montmartre.*	Néant.	Néant.	Néant.
STATION SAINT-DENIS. 40, *boulevard Ornano.* Saint-Denis (Seine).	16 chaudières Belleville donnant chacune 2000 kg de vapeur par heure, à la pression de 15 kg : cm^2. Après le détendeur, la pression est ramenée à 9 kg : cm^2.	4 moteurs horizontaux Dujardin à triple expansion de 1500 chevaux chacun.	2 groupes de 2 dynamos Thury à courant continu de 250 A à 2200 volts, soit 550 kw, chaque groupe étant actionné directement par un moteur à vapeur. 2 groupes de 2 dynamos semblables Postel-Vinay.
SOUS-STATION DU FAUBOURG-MONTMARTRE.	Néant.	4 moteurs récepteurs Thury à 8 pôles de 500 kw, couplés 2 à 2 en tension sur 2200 . 2 volts pour le montage à 3 fils. 2 moteurs récepteurs Postel-Vinay à 4 pôles de 250 kw à 2 collecteurs (125 A à 2200 volts), couplés en tension pour le montage à 3 fils sur 2200 . 2 volts.	Chaque moteur actionne directement, à 240 tours par minute, 1 génératrice Thury à 8 pôles, de 375 kw ; 2 génératrices donnent 1500 A à 250 volts, et 2 autres génératrices donnent 3000 A à 125 volts. Chaque moteur actionne directement, à 375 tours par minute, 1 génératrice Postel-Vinay à 8 pôles à 2 collecteurs, de 240 kw (150 volts et 1600 A dont 800 sur chaque collecteur).
SOUS-STATION DE L'OPÉRA.	Néant.	2 moteurs électriques Postel-Vinay à 2 collecteurs de 230 kw (2100 volts, 110 A) à 375 tours par minute. Ces 2 moteurs couplés en tension sont branchés sur une dérivation venant de Saint-Denis à 2200 . 2 volts.	4 dynamos Edison de 100 kw (800 A à 110 volts), actionnées 2 par 2 directement par un moteur.

ECTEURS ÉLECTRIQUES DE PARIS

dition.

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANSFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
NENTALE EDISON				
Distribution par feeders à 3 fils (2.120 volts). Courant continu.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton, recouverts par des plaques d'ardoise.	2 batteries de 60 éléments en tension, de la Société pour le Travail électrique des métaux, d'une capacité de 2200 ampères-heure. Débit maximum 650 A.	1200 (Machines). 78 (Accumulateurs).	Les trois usines (Drouot, Trudaine et Palais-Royal) sont montées en quantité pour le grand service de la soirée; dans la journée l'une d'elles assure la consommation et fournit l'énergie nécessaire à la charge des accumulateurs de la sous-station Saint-Georges. Le tableau de distribution de la sous-station Drouot est relié au tableau général de la station.
Distribution par feeders à 3 fils (2.120 volts). Courant continu.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton, recouverts par des plaques d'ardoise.	Néant.	2000 250 (Saint-Denis).	Les machines Corliss pilon sont formées de deux cylindres verticaux laissant entre eux un grand espace, dans lequel sont placés les deux anneaux de chaque machine, montés directement sur l'arbre. Une dérivation de Saint-Denis alimente 1 moteur 2200 volts, 125 A, actionnant 1 génératrice de 250 kw à 220 volts.
Distribution par feeders à 3 fils (2.120 volts). Courant continu.	Câbles isolés placés en égout.	Néant.	700	Deux survolteurs sont installés pour permettre le couplage en quantité de la station avec les autres stations du secteur.
Cette sous-station est destinée à maintenir constante la différence de potentiel en quelques points éloignés, au centre de consommation.	Néant.	2 batteries de 74 éléments Tudor en tension de 2500 ampères-heure. Débit maximum 700 A.	170 (Accumulateurs).	Les accumulateurs sont chargés par le réseau en nombre variable pour atteindre la différence de potentiel de distribution; le surplus est chargé par le transformateur à courant continu. Un tableau de distribution permet de mettre en charge ou en décharge.
Néant.	Néant.	2 batteries de 74 éléments Tudor en tension de 3500 ampères-heure. Débit maximum 1100 A.	260 (Accumulateurs).	
Transmission d'énergie à Paris à 3 fils (2.2200 volts).	Câbles nus placés en galerie depuis Saint-Denis.	Néant.	4000	La station centrale de Saint-Denis transmet l'énergie à la sous-station du Faubourg-Montmartre, qui est couplée en quantité sur le réseau avec les autres stations de Paris. Une dérivation dessert la sous-station de l'Opéra et une autre la station de l'avenue Trudaine.
Les fils du tableau des génératrices sont réunis au tableau général de distribution de la station centrale Drouot.	Néant.	Néant.	1980	Deux autres groupes de 500 kw sont en installation. Le tableau de la sous-station est réuni au tableau général de la station Drouot.
Distribution à 2.110 volts dans l'intérieur de l'Opéra.	Néant.	Néant.	400	La sous station de l'Opéra est alimentée directement par l'usine de Saint-Denis à 2.2200 volts. Le tableau de distribution intérieure à 2.110 volts est réuni par des circuits distincts au tableau de la station Drouot où sont couplés en quantité les circuits des stations Trudaine, Palais-Royal, et des sous-stations.

STATIONS CENTRALES ET SOUS-STATIONS.	CHAUDIÈRES.	MOTEURS.	DYNAMOS.
SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE			
STATION CENTRALE DU SECTEUR, 53, *rue des Dames*.	12 chaudières de Nœyer fournissant chacune 2500 kg de vapeur par heure, à la pression de 8 kg : cm². Épurateur Dervaux.	5 moteurs à vapeur horizontaux Corliss à 1 cylindre sans condensation, 500 chevaux à 64 tours par minute. 3 moteurs verticaux compound à échappement libre, 500 chevaux à 64 tours par minute. 3 moteurs Armington horizontaux à 2 cylindres de 150 chevaux à 240 tours par minute. 2 moteurs pilon compound à détente variable à la main de 100 chevaux à 240 tours par minute.	6 dynamos à 8 pôles à collecteur extérieur de 500 volts, 700 A, soit 350 kw, commandées directement par les moteurs horizontaux Corliss et verticaux compound. 6 dynamos shunt à 2 pôles de 250 A et 250 volts, soit 62,5 kw, à 385 tours par minute, commandées par courroies. 2 dynamos à collecteur extérieur de 250 volts, 250 A, soit 62,5 kw, à 240 tours par minute, commandées directement par les moteurs pilon (survolteurs pour la charge des accumulateurs).
		1 commutatrice de 500 kw à courants triphasés, donnant de 460 à 750 volts et servant de survolteur sur le réseau ou pour la charge d'accumulateurs.	
SOUS-STATION RUE PUTEAUX.	Néant.	6 commutatrices à 8 pôles de 400 kw à 390 volts (courants triphasés) et 440 volts (continu). 1 moteur-générateur formé d'un moteur asynchrone à courants triphasés à 5500 volts, commandant sur le même arbre une génératrice à courant continu à 8 pôles, donnant 400 kw (800 ampères, 500 volts). 1 moteur-générateur formé d'un moteur synchrone, semblable au précédent.	
COMPAGNIE ÉLECTRIQUE DU			
STATION CENTRALE, 39, *quai d'Issy, à Issy (Seine)*.	20 chaudières type Creusot donnant chacune 5600 kg de vapeur par heure, à la pression de 12 kg : cm².	10 machines horizontales compound du Creusot de 700 chevaux à 125 tours par minute.	10 alternateurs Zipernowski de 450 kilovolts-ampères à 5000 volts, à 40 pôles inducteurs et à la fréquence de 42 périodes par seconde, commandés directement.
		2 machines horizontales compound à un seul cylindre de 125 chevaux à 200 tours par minute.	2 dynamos à courant continu Ganz à 6 pôles de 70 kw (110 volts et 630 A), commandées directement.
		2 machines horizontales compound semblables aux précédentes.	2 dynamos à courant continu Thury semblables aux précédentes.
		1 machine Corliss de 1000 chevaux de la Société française de construction mécanique (anciens établissements Cail).	1 alternateur de 700 kilovolts-ampères à 5000 volts, de la Société d'électricité de Creil.
	7 chaudières Niclausse donnant chacune 3800 kg de vapeur par heure, à la pression de 12 kg : cm².	2 machines horizontales compound Lombard-Gérin, de 1200 chevaux chacune.	2 alternateurs Lombard-Gérin de 900 kilovolts-ampères à 5000 volts.
USINE MUNICIPALE D'ÉLECTRI			
STATION CENTRALE, *Rue Vauvilliers, aux Halles centrales*.	6 chaudières Belleville fournissant 1500 kg de vapeur par heure, à la pression de 15 kg : cm².	5 moteurs Weyher et Richemond à triple expansion, 150 chevaux à 160 tours par minute.	6 dynamos Edison à 2 pôles, 330 A, 120 volts, soit 40 kw, à 600 tours par minute, commandées par courroies.
		3 moteurs Lecouteux et Garnier, genre Corliss, à condenseur en tandem, 170 chevaux à 180 tours par minute.	3 dynamos Ferranti à courants alternatifs de 2400 volts, 46 A, soit 110 kw, à 550 tours par minute, commandées par transmissions avec câbles. 4 dynamos Desroziers de 250 A, 120 à 170 volts, soit au maximum 42,5 kw, pour la charge des accumulateurs.
	5 chaudières Belleville fournissant 2600 kg de vapeur par heure, à la pression de 15 kg : cm².	4 moteurs pilon à triple expansion Weyher et Richemond de 150 chevaux à 160 tours par minute.	1 dynamo Desroziers de 500 A, soit 85 kw. 4 dynamos Edison de 49 kw, 450 A, 110 volts à 600 tours par minute. 2 dynamos Edison de 88 kw, 800 A, 110 volts à 550 tours par minute.

DU SECTEUR DE LA PLACE CLICHY

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANSFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
Distribution par feeders à 5 fils à 440 volts (4.110 volts), avec compensateurs à 4 dynamos, placés en ville dans des stations régulatrices, ainsi que des accumulateurs.	Câbles isolés sous plomb, et armés (système Siemens), placés directement dans le sol dans une couche de sable fin. Boîtes de distribution et de dérivation hermétiquement fermées.	2 batteries de 250 éléments de la Société pour le Travail électrique des métaux, 500 volts, 1800 ampères-heure, au débit de 150 A. 2 batteries de 260 éléments Tudor, 500 volts, 2800 ampères-heure, au débit de 700 A. 1 batterie de 250 éléments de la Société pour le travail des métaux de 2300 ampères-heure 500 volts au débit de 700 ampères.	2100 (Dynamos). 1200 (Accumulateurs).	Station centrale unique avec sous-stations de réglage. Canalisation électrique en très bon état; isolement très élevé. Emploi du compteur Aron. Les dynamos et le matériel sont fournis par la Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort. La commutatrice est alimentée par un réseau à 5500 volts à courants triphasés venant d'Asnières.
Les circuits secondaires à courant continu sont réunis au tableau général de distribution de la station pour la distribution à 4.110 volts.	Néant.	Néant.	3200	L'énergie électrique est transmise de l'usine du Triphasé à Asnières à la sous-station à la tension de 5500 volts en courants triphasés, et à la fréquence de 25 périodes par seconde ; à l'arrivée la tension est abaissée par transformateurs statiques à 590 volts.

SECTEUR DE LA RIVE GAUCHE

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANSFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
Distribution par feeders à 3000 volts à courants alternatifs.	Câbles Felten et Guillaume concentriques isolés au papier et au jute, sous plomb et armés, posés dans le sol. Ces câbles ont été fabriqués par la Société industrielle des téléphones.	Transformateurs installés chez les abonnés dans pièces spéciales avec coupe-circuits de dérivation.	7000 kilovolts-ampères.	Des sous-stations ont été établies en divers points pour abaisser la tension primaire et distribuer ensuite. La sous-station de la Sorbonne transforme le courant alternatif en courant continu.

CITÉ DES HALLES CENTRALES

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANSFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
Distribution par feeders à 3 fils, à 2.110 volts.	Câbles isolés portés sur isolateurs dans des caniveaux en béton. Câbles Siemens sous plomb et armés.	2 batteries de 72 accumulateurs de la Société pour le Travail électrique des métaux, de 20.0 ampères-heure.	240 (Dynamos). 100 (Accumulateurs).	Cette station assure l'éclairage des Halles centrales, l'éclairage public du square de la tour Saint-Jacques et de diverses rues, et distribue l'énergie électrique à quelques abonnés.
Distribution par feeders à 2.400 volts. Circuits séparés.	Câbles isolés dans des moulures en bois sulfaté placées dans des caniveaux en béton.	Transformateurs chez les abonnés.	330 (Alternateurs).	Pendant la journée, les dynamos Desroziers peuvent être actionnées par les moteurs à vapeur Lecouteux et Garnier, uniquement pour la charge des accumulateurs.
—	—	—	170	
—	—	—	85	
—	—	—	196	Matériel provenant de l'usine du Champ-de-Mars.
—	—	—	176	

STATIONS CENTRALES ET SOUS-STATIONS.	CHAUDIÈRES.	MOTEURS.	DYNAMOS.
			COMPAGNIE PARISIENNE
I. Réseau à haute tension. α. STATIONS CENTRALES 1° *Station Richard-Lenoir,* 33, boulevard Richard-Lenoir (primaire).	4 chaudières Babcock et Wilcox produisant chacune 5000 kg de vapeur par heure, à la pression de 12 kg : cm². Économiseurs et épurateurs.	4 moteurs à vapeur verticaux à triple expansion Weyher et Richemond, de 300 chevaux à 135 tours par minute. 1 moteur à vapeur horizontal à condensation Duvergier, de 600 chevaux à 70 tours par minute. 1 moteur à vapeur horizontal Duvergier, de 120 chevaux à 90 tours par minute.	8 dynamos Desroziers de 400 volts, 250 A, soit 100 kw, à 8 pôles, à 135 tours par minute, commandées à l'aide de joints Raffard. 2 dynamos Desroziers semblables, commandées par courroies à 260 tours par minute. 8 dynamos excitatrices Rechniewski commandées par courroies, de 100 A, 100 volts, soit 10 kw, à 800 tours par minute.
2° *Station Saint-Fargeau,* 8 et 10, rue Saint-Fargeau (primaire).	10 chaudières Cornwaldt produisant chacune 1600 kg de vapeur par heure, à la pression de 8 kg : cm².	5 moteurs à vapeur horizontaux compound à 2 cylindres, de 500 chevaux à 42 tours par minute. 1 moteur horizontal à 2 cylindres accouplés, de 50 chevaux à 125 tours par minute.	2 dynamos de la Société Alsacienne (Belfort) de 250 A, 500 volts, soit 125 kw, à 180 tours par minute. 1 dynamo semblable à la précédente et 1 dynamo Edison de 250 A, 400 volts, soit 100 kw, à 160 tours par minute. 3 dynamos Thury de 250 A et 1100 volts, soit 275 kw, à 200 tours par minute. 8 dynamos Sautter Harlé excitatrices 100 A et 100 volts, 10 kw, à 800 tours par minute. 1 dynamo Thomson-Houston de 2500 volts et 10 A, 25 kw, à 800 tours par minute.
β. SOUS-STATIONS 1° *Sous-station Saint-Roch,* 26, rue Saint-Roch (secondaire).	Néant.	12 moteurs électriques Thury de 80 kw à 400 tours par minute, montés par 4 en tension sur le réseau, 3 en quantité. 4 moteurs électriques Thury de 40 kw à 400 tours par minute.	12 dynamos Thury de 600 A et 120 volts, soit 72 kw, actionnées directement par les moteurs électriques à l'aide de joints Raffard. 4 dynamos Thury de 300 A et 120 volts, soit 36 kw, actionnées comme ci-dessus.
II. Réseau à basse tension. α. STATION CENTRALE DU QUAI JEMMAPES.	28 chaudières Belleville donnant chacune 2500 kg de vapeur par heure, à la pression de 8 kg : cm².	8 machines verticales compound de la Société alsacienne, de 1200 chevaux chacune à 70 tours par minute.	8 dynamos de la Société alsacienne à collecteur extérieur à 12 pôles de 600 volts, 1250 A, soit 750 kw à 70 tours par minute, commandés directement.
1° *Sous station Saint-Roch.*	Néant.	Néant.	Néant.
2° *Sous-station rue Mauconseil.*	Néant.	Néant.	Néant.
3° *Sous-station rue de Sévigné.*	Néant.	Néant.	Néant.
			COMPAGNIE D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
STATION CENTRALE, *Quai Michelet, à Levallois-Perret, sur les bords de la Seine.*	14 chaudières Galloway produisant chacune 3000 kg de vapeur par heure, à la pression de 6 kg : cm², avec économiseur Green. 4 chaudières Babcock et Wilcox produisant chacune 5000 kg de vapeur par heure, à la pression de 12 kg : cm.	6 moteurs Farcot horizontaux à cylindre, à condensation, de 900 chevaux à 60 tours par minute. 2 moteurs horizontaux semblables jumelés, de 450 chevaux à 60 tours par minute. 1 moteur Willans de 60 chevaux.	6 alternateurs Hutin et Leblanc de 600 kw, à 5000 volts, à la fréquence de 40 périodes par seconde, commandés directement. Inducteurs mobiles, 80 pôles. 1 alternateur Hutin et Leblanc de 600 kw à 5000 volts, à la fréquence de 40 périodes par seconde. 1 excitatrice Farcot à 4 pôles, 120 volts, 25 kw. 3 excitatrices Hillairet-Huguet à 8 pôles, 100 A, 160 volts, soit 25 kw. Le moteur Willans actionne une dynamo Hillairet semblable aux précédentes.

DE L'AIR COMPRIMÉ

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANSFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
Les deux stations Richard-Lenoir et Saint-Fargeau sont utilisées actuellement pour le fonctionnement de la sous-station Saint-Roch.	Câbles isolés placés dans des moulures en bois paraffiné, les moulures posées dans des caniveaux en fonte dans le sol.	Néant.	1000 (Dynamos).	
Mêmes observations que ci-dessus.	Câbles isolés placés dans des moulures en bois paraffiné, les moulures posées dans des caniveaux en fonte dans le sol.	Néant.	1325 (Dynamos).	
Réseau secondaire de distribution à 440 volts à 5 fils (4 110 volts).	Câbles Siemens sous plomb et armés, posés directement en terre.	12 transformateurs à courants continus Thury de 72 kw, et 4 de 36 kw. 2 batteries de 280 éléments Tudor de 2000 ampères-heure. Débit maximum de 600 A. 1 batterie de 280 éléments Laurent-Cély de 880 ampères-heure, au débit de 300 A.	864 (Transformateurs). 400 (Accumulateurs).	Le mode de distribution de l'énergie électrique dans le secteur de la Compagnie parisienne d'Air comprimé et d'Électricité est actuellement la distribution par feeders à 5 fils à 440 volts (4.110). Le réseau comprend : Station centrale du quai Jemmappes. 1° Sous-station Saint-Roch. 2° Sous-station Mauconseil. 3° Sous-station Sévigné. Les stations centrales de Richard-Lenoir, Saint-Fargeau subsistent encore, mais ne sont utilisées qu'en partie. Pendant l'hiver 1899-1900, la station centrale de Saint-Fargeau a seule fonctionné pour alimenter les transformateurs à courants continus de la sous-station Saint-Roch.
Distribution par feeders à 440 volts à 5 fils.	6 feeders de 1000 mm² alimentent, 2 la station Mauconseil, 2 la station Saint-Roch et 2 la station Sévigné.	Néant.	6000 (Dynamos)	
Les feeders venant de la station centrale Jemmapes sont montés en quantité avec les réseaux secondaires de cette station à 5 fils.	Néant.	Néant.	»	
Les feeders venant de la station centrale Jemmapes chargent les batteries et alimentent le réseau secondaire à 5 fils.	Néant.	3 batteries d'accumulateurs Laurent-Cély de 280 éléments chacune, d'une capacité de 2600 ampères-heure, au débit maximum de 900 A. 1 batterie de 150 ampères.	1400	
Néant.	Néant.	3 batteries d'accumulateurs Laurent-Cély de 280 éléments chacune, d'une capacité de 2000 ampères-heure au débit de 500 ampères.	593	

DU SECTEUR DES CHAMPS-ÉLYSÉES

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANSFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
Distribution par feeders à courants alternatifs à 3000 volts.	Câbles concentriques Berthoud-Borel, sous plomb et armés, placés directement en terre, construits par la Société des anciens établissements Cail, à Paris.	Transformateurs installés chez les abonnés dans pièces spéciales avec coupe-circuits de dérivation.	4200	La station actuelle est grandement installée sur les bords de la Seine, avec toutes les dispositions nécessaires et emplacements indispensables. La puissance peut facilement être augmentée. Le groupe Willans actionne une grue électrique sur le bord de la Seine pour le déchargement du charbon.

STATIONS CENTRALES ET SOUS-STATIONS.	CHAUDIÈRES.	MOTEURS.	DYNAMOS.
			SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCLAIRAGE
STATION DE SAINT-OUEN, 4, *quai de Seine.*	20 chaudières tubulaires Roser fournissant ensemble 48000 kg de vapeur par heure, à la pression de 12 kg : cm².	4 machines horizontales Lecouteux et Garnier, type Corliss, à 2 cylindres jumelés, d'une puissance de 300 chevaux chacune, à 65 tours par minute. 2 machines monocylindriques Garnier de 350 chevaux chacune. 2 machines monocylindriques Farcot de 500 chevaux chacune. 1 machine monocylindrique Farcot de 1200 chevaux. 2 moteurs pilon verticaux à triple expansion Weyher et Richemond, de 150 chevaux à 160 tours par minute, commandant les dynamos par courroie. 1 turbine de Laval de 300 chevaux à 750 tours par minute.	6 alternateurs Hutin et Leblanc de 200 kw chacun à 88 volts à courants diphasés à la fréquence de 40 périodes par seconde, commandés directement. 2 alternateurs Hutin et Leblanc semblables de 300 kw, commandés directement. 1 alternateur Hutin et Leblanc semblable, de 750 kw, commandé directement. 2 dynamos Desroziers 750 A, 130 volts, soit 97,5 kw à 260 tours par minute. 1 groupe de 2 machines Bréguet de 100 kw à 120 volts, commandé directement par la turbine.
STATION BONDY, 70, *rue de Bondy.*	4 chaudières Belleville donnant chacune 1500 kg de vapeur par heure, à la pression de 15 kg : cm². 3 chaudières Belleville donnant chacune 2200 kg de vapeur par heure dans les mêmes conditions.	2 machines Farcot horizontales de 600 chevaux à 70 tours par minute. 2 turbines de Laval de 300 chevaux chacune, tournant à 750 tours par minute.	2 dynamos Postel-Vinay de 400 kw, 132 volts, 3000 A, à 70 tours par minute. 2 groupes de 2 machines Bréguet de 100 kw à 120 volts et 750 tours par minute; chaque groupe est commandé directement par une turbine Laval.
STATION DES FILLES-DIEU, 13, *rue d'Alexandrie.*	4 chaudières semblables donnant 1500 kg de vapeur par heure. 3 chaudières semblables donnant 2200 kg de vapeur par heure.	4 moteurs Weyher et Richemond, commandant directement les dynamos par joints Raffard. 1 moteur même type, commandant une dynamo par courroie. 1 turbine de Laval de 300 chevaux et 1 de 100 chevaux.	4 dynamos Desroziers de 97,5 kw à 160 tours par minute. 1 dynamo Desroziers semblable à 260 tours par minute. 1 groupe de 2 machines Bréguet de 100 kw et 1 dynamo Bréguet de 75 kw.
SOUS-STATION DE LA GARE DU NORD, 183, *Faubourg-Saint-Denis*	Néant.	Néant.	8 transformateurs-redresseurs Hutin et Leblanc de 100 kw.
SOUS-STATION BARBÈS, 11, *boulevard Barbès.*	Néant.	Néant.	6 transformateurs-redresseurs Hutin et Leblanc de 100 kw.
STATION DE LA VILLETTE, 1, *quai de la Loire.*	3 chaudières Belleville donnant chacune 2600 kg de vapeur par heure, à la pression de 15 kg : cm².	2 moteurs verticaux Weyher et Richemond, de 150 chevaux à 160 tours par minute, commandant directement les dynamos à l'aide de joints Raffard. 1 machine Farcot horizontale, de 400 chevaux à 80 tours par minute. 1 moteur vertical Lecouteux et Garnier, de 70 chevaux à 350 tours par minute.	2 dynamos Desroziers 750 A, 130 volts, soit 97,5 kw, à 160 tours par minute. 1 dynamo Farcot de 200 kw commandée directement. 1 dynamo Thury de 50 kw actionnée directement.
STATION DES ABATTOIRS ET MARCHÉS AUX BESTIAUX DE LA VILLETTE.	2 chaudières Roser de 160 m² de surface de chauffe donnant 2000 kg de vapeur par heure à 12 kg : cm². 1 chaudière Solignac de 2000 kg de vapeur par heure à 12 kg : cm².	2 moteurs à vapeur horizontaux Corliss à condensation de M. Garnier, de 160 chevaux à 70 tours par minute. 1 moteur pilon vertical Weyher et Richemond, de 150 chevaux à 165 tours par minute, commandant la dynamo par courroie.	2 dynamos Desroziers à 10 pôles de 96 kw, 800 A à 120 volts, commandées directement par les machines à vapeur. 1 dynamo Desroziers de 97,5 kw à 260 tours par minute.

utile. Mais les prix actuels de vente de l'énergie électrique sont prohibitifs dans de nombreuses circonstances; d'autre part les sociétés concessionnaires ne peuvent les abaisser en raison des charges qu'elles ont à supporter. Et il en sera ainsi jusqu'au jour où le Conseil municipal de Paris prendra la décision de renouveler les concessions, en imposant des prix de vente plus réduits.

A la fin de 1900, comme l'a publié *l'Industrie électrique*, dans le nº 251 du 10 juin 1902, les appareils d'éclairage alimentés par les secteurs étaient représentés par 13905 lampes à arc et 1002039 lampes à incandescence.

ET DE FORCE PAR L'ÉLECTRICITÉ

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANSFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
Transmission à haute tension avec transformateurs de courants diphasés en courant continu (panchahuteurs).	En dehors de Paris, canalisation aérienne sur poteaux avec isolateurs, le long des voies du chemin de fer du Nord. Dans Paris, câbles isolés dans caniveaux avec isolateurs.	Transformateurs au départ des courants diphasés à 88 volts transformant en courants diphasés à 6000 volts.	3000	L'énergie électrique à basse tension est distribuée dans le voisinage aux ateliers du chemin de fer du Nord, à la Société pour le travail des métaux, à la Société des wagons-lits, cabestans, etc.
Distribution par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	Batterie de 65 éléments de la Société pour le Travail électrique des métaux, d'une capacité de 5000 ampères-heure. Débit normal 1000 A.	1000 (Machines) 120 (Accumulateurs).	
Distribution par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	2 batteries semblables à la précédente.	775 (Machines). 210 (Accumulateurs).	Les stations Bondy, des Filles-Dieu, de la gare du Nord, Barbès et de la Villette sont toutes montées en quantité sur le réseau de distribution.
Distribution par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	2 batteries de 68 éléments semblables de 5000 ampères-heure. Débit normal 1000 A.	800 (Machines). 240 (Accumulateurs).	
Distribution par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	2 batteries de 70 éléments semblables de 3300 ampères-heure. Débit normal 1500 A.	600 (Machines). 210 (Accumulateurs).	
Distribution par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	Batterie de 67 éléments semblables de 2500 ampères-heure. Débit normal 500 A.	450 (Machines). 67 (Accumulateurs).	
Distribution à 2 fils.	Câbles aériens et souterrains dans les abattoirs.	Batterie de 65 éléments de 2000 ampères-heure. Débit normal 400 A.	300 50	Cette usine est spéciale aux abattoirs.

Les applications de l'énergie électrique à la force motrice et au chauffage sont loin d'être développées comme elles devraient l'être dans une ville comme Paris, où les applications mécaniques sont importantes, où les ateliers en chambre sont nombreux et demandent tous de sources faibles d'énergie électrique, où des distributions d'air comprimé, d'air raréfié ont trouvé des abonnés. Nous mentionnerons toutefois les ascenseurs électriques, dont le nombre s'est accru dans Paris. Presque tous les nouveaux immeubles installent des ascenseurs électriques. Nous devons du reste ajouter que l'ascenseur électrique direct est reconnu aujourd'hui



comme le plus économique, celui pour lequel la dépense est proportionnelle à la charge. Pour fixer les idées, nous dirons que le coût d'une ascension complète, montée et descente, avec un ascenseur à trois personnes dans un immeuble de six étages, est de 0,165 fr avec un ascenseur hydraulique, 0,047 fr et même 0,03 fr avec un ascenseur à air comprimé, 0,045 fr avec un ascenseur hydro-électrique et 0,025 fr avec un ascenseur à treuil électrique; l'énergie électrique est comptée au prix maximum de 0,061 fr l'hectowatt-heure.

Telles sont les particularités que présente actuellement la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

J. Laffargue.

MISE EN SERVICE

D'UNE

TURBINE PARSONS DE 1200 CHEVAUX

Cet essai présente l'intérêt particulier d'avoir été fait en service ordinaire et par le seul personnel assurant l'exploitation courante de l'usine.

On a cherché bien scrupuleusement à s'astreindre à la marche ordinaire du service, sans rechercher aucune des conditions particulières pouvant améliorer la marche des machines et leur rendement.

Rappelons que l'usine principale de l'*Hartford Electric Light C°* est hydraulique et que les turbines à vapeur n'y jouent que le rôle de réserve.

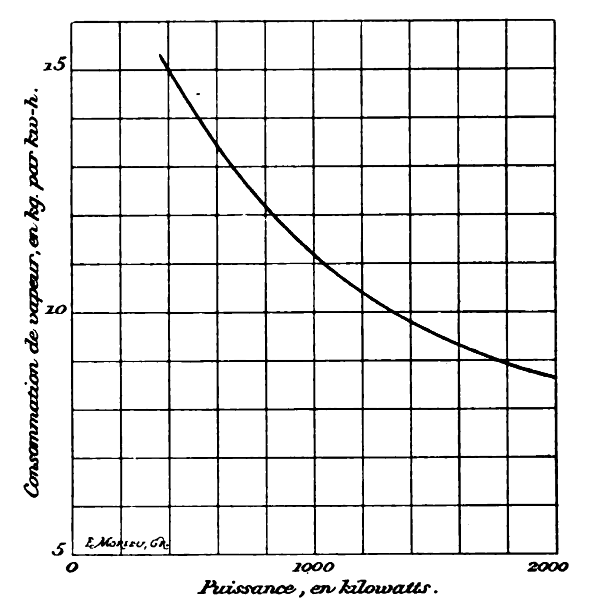
Cette réserve fait annuellement un service continu d'environ trois mois dans les années de sécheresse moyenne, et pendant trois autres mois constitue l'appoint nécessaire aux groupes hydro-électriques, pour faire face aux besoins de la charge à son maximum.

Dans cette installation de réserve, comme dans beaucoup d'autres analogues, on a cherché à réaliser le minimum d'encombrement et de prix d'établissement.

Un turbo-générateur a été installé pour une puissance d'environ 1500 chevaux, mais il s'est trouvé qu'en service il en a souvent pu développer plus de 2000. Il est alimenté par trois chaudières tubulaires de chacune 350 chevaux.

Son condenseur est du type Worthington, appelé type baromètre, et l'eau de condensation est fournie par trois tours de refroidissement.

Le condenseur étant du type à injection, on a dû mesurer la consommation de vapeur en pesant l'eau fournie aux chaudières, mais pour éliminer l'influence



Consommation d'une turbine Parsons de 1200 chevaux à différentes charges (Cette courbe traduit approximativement les résultats plus complètement analysés dans le tableau ci-dessous.)

qu'aurait sur les résultats l'incertitude portant sur la quantité d'eau dans les chaudières au commencement et à la fin des essais, on a dû faire durer ceux-ci aussi longtemps que possible.

On a, pour les essais, séparé entièrement une des chaudières, en l'affectant aux machines auxiliaires de l'usine.

L'une d'elles a été munie d'un surchauffeur élevant la température de la vapeur d'environ 35° C., et, sa vapeur se mélangeant à celle de l'autre chaudière, on a obtenu de la turbine une vapeur beaucoup moins surchauffée, il

CONSOMMATION D'UNE TURBINE PARSONS DE 1200 CHEVAUX

Essais en 1902		Charge en K-W.			Pression de vapeur à l'admission en kg : cm²			Lecture barométrique en cm de mercure	Degré de vide de la turbine en cm de mercure			Surchauffe en degrés C			Consommation spécifique de charbon		Consommation spécifique de vapeur	
N°.	Date.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.		Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	En kg : ch-h électrique.	En kg par kw-h.	En kg : ch-h électrique.	En kg par kw-h.
1.	27 janvier.	748	885	580	10,8	11,1	10,0	75,4	66,5	69,6	65,6	0	0	0	1	1,3	10,9	14,7
2.	28 —	1657	1820	1480	10,5	11,0	10,2	76,5	71,0	72,0	69,0	22,2	33,9	10,7	0,604	0,800	6,8	9
3.	1er février.	1998	2185	1000	10,8	11,0	10,5	76,0	68,0	68,7	67,0	29,9	30,7	17,7	0,581	0,772	6,5	8,6
4.	7 mai . .	471	730	310	10,6	10,8	10,5	75,0	67,0	67,5	66,5	10,7	19,5	1,7	1	1,3	10,8	14,5
5.	8 — . .	888	980	750	10,7	10,9	10,4	76,5	65,0	67,0	64,0	17,9	24,7	6,6	0,886	1,1	9	12
6.	9 — . .	1371	1570	1110	10,6	10,9	9,9	75,0	66,5	68,0	64,0	17,7	21,2	7,7	0,690	0,922	7,4	9,9
7.	12 — . .	854	940	660	10,6	11,0	10,4	76,0	69,0	69,0	68,5	19,2	24,7	11,2	0,800	1	8,4	11,15
8.	13 — . .	364	520	150	10,6	10,9	10,4	76,5	69,0	69,0	68,5	16,2	22,7	1,2	1,1	1,5	11,4	15

est vrai, mais encore un peu surchauffée. Le degré de surchauffe a aussi varié de ce fait suivant la proportion de vapeur fournie par les deux chaudières.

On remarquera que dans le premier essai relaté au tableau précédent la chaudière à vapeur surchauffée a été éliminée.

La consommation de vapeur dans le tableau représente la vapeur fournie à la turbine à l'exclusion de tout service auxiliaire.

En raison du service même de l'usine, auquel on ne devait apporter aucune modification, on n'a fait varier que très peu les degrés de vide et de surchauffe.

Il est très intéressant de signaler les variations de rendement avec la charge, elles sont représentées par la figure 1.

Quant aux oscillations de la charge elle-même, autour de chacune des valeurs moyennes portées au tableau, elles se répétaient assez régulièrement dans les deux sens, et leurs valeurs sont indiquées dans les colonnes 4 et 5 du tableau.

Il est très intéressant de relater les variations de consommation correspondant à la charge, et nous aurions été heureux d'y pouvoir joindre la consommation à vide, que ne mentionnent malheureusement pas les comptes rendus d'essais.

A. B.

RÉSULTATS D'ESSAIS OBTENUS

SUR

DIVERS MODÈLES DE LAMPES A INCANDESCENCE

EN ANGLETERRE ET AUX ÉTATS-UNIS

En même temps qu'on cherche à donner aux lampes à incandescence une consommation par bougie beaucoup plus réduite, on a cherché à élever leur tension de fonctionnement, afin de pouvoir les alimenter seulement par des réseaux à tension plus élevée, et par conséquent plus économiques.

L'emploi de lampes à 220 volts a été surtout admis en Angleterre, leur adoption étant tout à l'avantage des Compagnies d'éclairage, qui en ont entrepris elles-mêmes la vente.

On sait que le mouvement contraire s'est dessiné en France, où on emploie, autant qu'il est possible, des lampes à basse tension, à régime aussi poussé que possible :

Soit qu'on installe plusieurs lampes en série, ce qui présente un inconvénient (lampe plurale par exemple);

Soit qu'on transforme la tension du réseau s'il est à courant alternatif (auto-transformateurs Weissmann et Wydts, par exemple).

Néanmoins la question des lampes à 220 volts reste irrésolue, et il peut être intéressant de faire connaître les constantes de ces lampes d'après les résultats d'essais les plus récents et les plus soigneusement faits dont nous disposons.

Nous les empruntons au rapport donné par M. Fred W. C. Barley à la *Convention de la Natural Electric Light Association*, aux États-Unis.

Dans le même ordre d'idée, celui des perfectionnements économiques possibles des lampes à incandescence, nous croyons devoir signaler les recherches entreprises en Angleterre sur les lampes à filament de carbure de titanium.

Les recherches de M. L. Voelker ont abouti à la création de la lampe connue en Angleterre sous le nom de *Lampe Crawford Voelker*. Son filament, fait en carbure de titanium, est beaucoup plus court et beaucoup plus solide que le filament de charbon d'une lampe construite pour la même tension.

L'isolement des extrémités du filament, à leur sortie de l'ampoule, est assuré par un mode de construction spécial, et par l'adoption d'une ampoule présentant deux poches bien séparées pour la sortie du filament.

L'économie de la lampe paraît très bonne, s'il faut en croire les essais faits à l'Arsenal de Woolwich par le colonel H. C. L. Holden, essais que nous résumons ci-dessous aussi brièvement que possible.

Sur 50 lampes de 16 bougies à 200 volts, essayées par M. Holden, la consommation moyenne a été de :

Au début du fonctionnement	2,54	watts : bougie.
Après 500 heures de fonctionnement . .	2,84	—
— 1000 — . .	3,35	—

Des essais analogues faits sur des lampes du même type à différentes tensions ont donné les résultats consignés dans le tableau suivant; dont :

Les trois premières colonnes représentent les volts, ampères et watts;

La quatrième colonne, les bougies Heffner;

La cinquième colonne, les bougies anglaises;

La sixième colonne, les watts par bougie Heffner;

La septième colonne, les watts par bougie anglaise.

LAMPES CRAWFORD-VŒLKER A CARBURE DE TITANIUM

VOLTS.	AMPÈRES.	WATTS.	BOUGIES		WATTS PAR BOUGIE	
			HEFFNER.	ANGLAISES.	HEFFNER.	ANGLAISE.
110	0,335	36,85	17	15	2,16	2,46
100	0,37	37,00	22	19,4	1,68	1,91
200	0,18	36,00	18	15,85	2,00	2,28
200	0,17	34,00	17,5	15,4	1,94	2,2
500	0,17	85,00	16,5	14,1	5,15	5,85
560	0,11	61,6	10	8,8	6,16	7,00

LAMPES A INCANDESCENCE A 220 VOLTS. — Il a été fait sur un grand nombre de lampes à incandescence à 220 volts (50 de chaque type ayant été fournies par 14 constructeurs) des essais intéressants, dont on peut résumer les résultats de la manière suivante :

Les *essais photométriques* ont révélé que l'intensité

réelle en bougies de chaque lampe diffère de l'intensité nominale d'une bougie et demie pour 16 à 20.

L'écart entre la consommation garantie par le constructeur et la consommation observée atteint au moins, pour toutes les catégories de lampes sauf deux, un quart de watt par bougie.

Quatre groupes de lampes diffèrent d'un quart de watt et la différence pour les autres est encore plus grande.

La durée utile des lampes en essais a varié de 468 à 3502 heures et, si on tenait compte de l'augmentation sensible de consommation, il y aurait intérêt pour le consommateur à détruire les lampes bien avant qu'elles aient atteint une durée aussi longue.

Dans le tableau sont réunis tous les résultats d'essais qui peuvent être groupés synthétiquement.

Le tableau ci-dessous présente quelques chiffres en apparence contradictoires, ou au moins paradoxaux ; notamment des valeurs correspondantes plus élevées pour l'évaluation de la durée utile d'après la consommation moyenne que pour sa détermination d'après la consommation initiale nominale, mais on peut constater que cela n'a lieu que pour les lampes à consommation initiale inférieure à la valeur indiquée ou nominale, ce qui explique l'anomalie apparente que nous venons de signaler.

LAMPES A 220 VOLTS

LOTS.	INTENSITÉ nominale initiale en bougies.	INTENSITÉ vraie initiale en bougies.	CONSOMMATION nominale en watts par bougie.	CONSOMMATION vraie trouvée sur une moyenne de 50 lampes.	LOTS.	DURÉE au bout de laquelle l'intensité moyenne n'est plus que 80 pour 100 de l'intensité initiale.	CONSOMMATION initiale en watts par bougie.	DURÉE UTILE en heures, évaluée d'après le rendement initial nominal.	CONSOMMATION moyenne en watts par bougie pendant la durée utile.	DURÉE UTILE basée sur la consommation moyenne en watts par bougie pendant la durée utile.	CONSOMMATION moyenne en watts par bougie pour une durée de 1500 heures.
A	16	14,44	3,75	4,186	A	635	4,00	1041	4,40	957	4,99
B	16	15,97	4,00	4,038	B	20	3,89	915	4,50	875	5,77
C	16	16,37	3,8	3,83	C	620	3,83	830	4,23	817	4,89
D	16	16,08	4,00	4,02	D	638	4,04	1095	4,34	905	5,10
E	16	14,7	3,73	3,70	E . .	234	3,39	483	3,76	486	5,06
F	16	10,6	4,00	5,63	F	1210	5,30	3506	5,88	3502	6,08
G	16	17,08	4,00	3,95	G	708	4,00	1041	4,39	943	5,00
H	16	14,6	4,2	4,64	H . . .	1109	4,45	1618	4,89	1557	5,09
I	16	14,7	4,00	4,09	I	567	3,98	1012	4,10	720	5,20
J	16	15,94	3,75	3,67	J	562	3,67	719	4,10	720	4,83
K . . .	16	15,48	4,00	4,08	K	525	4,05	1088	4,48	1066	5,20
L	16	14,36	3,75	4,16	L	47	4,07	1161	4,5	875	5,85
M . . .	16	13,5	4,22	4,06	M	620	4,06	1123	4,73	1342	5,23
N	16	15,95	3,4	3,29	N	467	3,36	467	3,73	467	4,38

Enfin, les consommations sont les moyennes pour un nombre de lampes de chaque série moindre que celles du premier tableau, de sorte qu'il y a différence entre les consommations initiales dans les deux cas.

Le plus grand intérêt de ce tableau est de donner des indications moyennes et de bien montrer l'inexactitude des valeurs indiquées et commercialement admises pour l'intensité lumineuse et la consommation des lampes. Un consommateur qui voudrait, respectueux des principes techniques d'économie et en basant l'interprétation sur l'intensité et la consommation nominales, calculer, d'après leur prix et celui du courant, la durée utile économique à ne pas dépasser, prendrait donc une peine inutile et n'en retirerait qu'un bénéfice illusoire. Il en est ainsi de beaucoup des calculs ou des déterminations d'économie qu'on peut faire, souvent basées sur des données incomplètes ou erronées.

A. B.

PORTE-BALAI SUPRA

SYSTÈME GAUD

Ce nouveau porte-balai est composé de deux parties indépendantes insérées l'une dans l'autre, l'une pouvant se fixer solidement, par le serrage d'une bague fendue, sur la tige supportant les porte-balais ; l'autre, au moyen d'anneaux, pivote librement autour de cette tige.

La première porte à son extrémité opposée au serrage, un ressort de tension qui la rattache à la deuxième ; comme il est facile de le voir, ce ressort exerce une pression normale des balais sur le collecteur, c'est-à-dire perpendiculairement à la génératrice du collecteur.

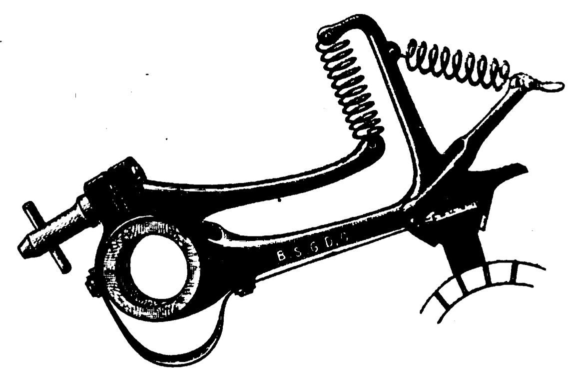
La deuxième partie, constituant le porte-balai proprement dit, se compose de deux pièces dont l'ensemble forme une pince, entre les mâchoires de laquelle le balai de charbon est énergiquement serré.

Ce serrage exercé par un ressort dont l'action est décuplée par les grands bras de levier de la pince, assure constamment un contact intime entre le balai et le conducteur souple de cuivre qui se rattache à la première partie du porte-balai fixé sur la tige collectrice des porte-balais.

Les avantages résultant de l'emploi de ces porte-balais sont nombreux :

L'emploi exclusif de l'acier leur donnant le maximum de légèreté et de solidité, le moment d'inertie de la partie mobile étant par suite de très petite étendue, les vibrations qui proviennent des trépidations, des irrégularités de surface du collecteur, ou de toute autre cause n'auront qu'une très faible amplitude. Les balais de charbon sont donc constamment en bon contact avec le collecteur par l'intermédiaire d'un conducteur souple de cuivre recouvrant la tête du balai de charbon.

Le ressort de pression des balais, prenant son point d'appui à l'extrémité de la partie fixe du porte-balai, exerçant ainsi la totalité de son action sur le balai par suite de sa position normale, permet à la partie mobile



Porte-balai *Supra*, système Gand.

du porte-balai d'osciller très librement sur son support. La pression nécessaire pour assurer un bon contact entre les balais et le collecteur étant par cela réduite au minimum, il en résulte que balais et collecteur auront une durée plus grande.

Le mode de fixation du balai de charbon par des pinces, agissant très énergiquement, a pour effet de maintenir le contact entre le bloc de charbon et le conducteur d'une façon toujours constante et, par conséquent, d'utiliser entièrement le pouvoir conducteur du balai de charbon, beaucoup plus réduit que celui du balai métallique ; il n'offre pas l'inconvénient de se desserrer comme le font les vis employées au même objet.

Le porte-balai *Supra* est calibré de telle façon que le balai occupe, quel que soit son degré d'usure, une position de contact invariable sur le collecteur, pour que, si l'on est amené à employer simultanément des balais neufs et des balais usagés, les alignements soient toujours réguliers.

Les porte-balais *Supra* sont fabriqués en trois grandeurs, les parties alésées montées sur le support des porte-balais ont respectivement 14, 20 et 30 mm d'alésage ; la distance entre le milieu du charbon et le centre de la partie alésée est de 58 mm pour le petit modèle, 82 mm pour le moyen et 112 mm pour le grand.

Avant de monter les porte-balais *Supra* sur leurs supports, il faudra s'assurer de l'état de propreté des parties alésées qui viennent se serrer sur ces supports ; la même précaution est à prendre pour le conducteur cuivre en contact avec la partie supérieure des balais en charbon.

Pour donner aux balais de charbon une forme concave correspondant au profil du collecteur, on met les balais en place, puis, en les appuyant assez fortement, on fait passer entre le collecteur et les balais une toile d'émeri, la partie émerisée tournée du côté des balais ; on imprimera à cette toile un mouvement de va et vient jusqu'à ce que les balais, suffisamment usés, aient pris la courbure du collecteur. Ceci fait, on nettoie la dynamo, on donne aux balais une pression modérée qu'on diminue lorsque les balais se sont polis par l'usage. Le cuivrage des balais ne doit jamais venir en contact avec le collecteur ; on devra l'enlever à 4 ou 5 mm de la ligne de contact, au fur et à mesure de l'usure.

Les balais en charbon ne donnent de bons résultats que sur des collecteurs isolés au mica.

Avant d'appliquer des balais de charbon sur le collecteur, il faut que celui-ci soit bien rond, bien centré. Il faut aussi, une fois le collecteur tourné avec soin, qu'il soit poli comme une glace ; pour cela, on prend un coussinet en bois épousant parfaitement la courbure du collecteur et garni d'une feuille de papier d'émeri ou de verre très fin, qu'on presse sur le collecteur en rotation. En fin d'opération, on ajoute un peu d'huile pour obtenir le poli parfait.

LE CHAUFFAGE DES VOITURES
DE
TRAMWAYS ET CHEMINS DE FER
A TRACTION ÉLECTRIQUE

Avec le développement toujours croissant des tramways et chemins de fer à traction électrique, le chauffage des voitures a pris une certaine importance, méritant l'attention spéciale des Compagnies et des constructeurs intéressés.

Du moment qu'il s'agit de voitures à locomotion électrique, il va sans dire qu'elles doivent également être chauffées par l'électricité.

Or, la construction d'un appareil de chauffage propre à ce service est des plus difficiles, et le fait est que très peu de constructeurs y ont réussi.

En effet, ces appareils doivent réunir plusieurs qualités particulières : non seulement il faut que leur volume soit restreint, mais encore la forme doit en permettre le montage facile sur le parquet, sous les banquettes, ou le long des parois, suivant la disposition intérieure des voitures. Il faut que les divers éléments soient d'une solidité à toute épreuve ; ils ne doivent cesser de fonctionner d'une façon irréprochable en dépit des vibrations et des secousses auxquelles ils sont exposés. Enfin il faut que les appareils de chauffage pour voitures de tramways produisent une bonne utilisation thermique. Cette dernière qualité est de première importance, attendu que partout les Com-

pagnies sont obligées de compter avec cette consommation additionnelle, et que ce n'est pas du tout la même chose pour elles, si leurs voitures absorbent un certain nombre de kilowatts de plus ou de moins. Pour atteindre

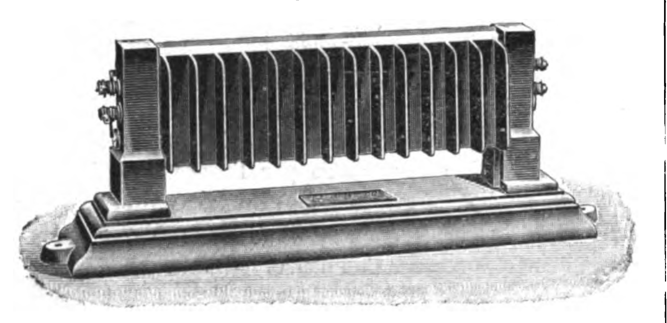


Fig. 1.

ce but, le constructeur est donc obligé d'établir ses appareils avec un réglage rationnel.

On compte généralement comme consommation de 80 à 100 watts par place, pour atteindre, dans des conditions normales, une température de 12 à 15° C. Nous connaissons cependant des installations où l'on ne dépense que 65 watts par place pour tempérer l'intérieur des voitures, et nous croyons pouvoir affirmer que 100 watts suffiraient pendant le froid le plus rigoureux

Nous résumons : un bon appareil de chauffage pour

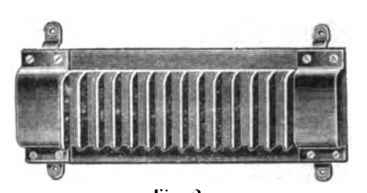


Fig. 2.

voitures doit réunir les qualités suivantes : volume restreint, faculté de modifier la forme et les dispositions des éléments pour les approprier aux emplacements limités, solidité, bon effet calorique, réglage facile et rationnel, consommation réduite. Toutes ces qualités indispensables ont trouvé un heureux assemblage dans les appareils

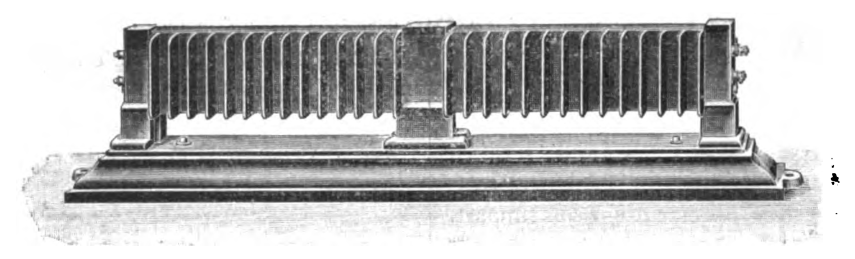


Fig. 3.

construits d'après le système Schindler-Jenny par la Société *Électra*, première fabrique suisse d'appareils à chauffer et à cuire à l'électricité, à Wädensweil.

Quant au système de chauffage *Électra*, il se distingue particulièrement par ses corps caloriques nouveaux, étroitement emprisonnés dans un isolant, noyé lui-même dans une enveloppe métallique obtenue par la fonte d'un métal spécialement approprié à cet usage. En raison du

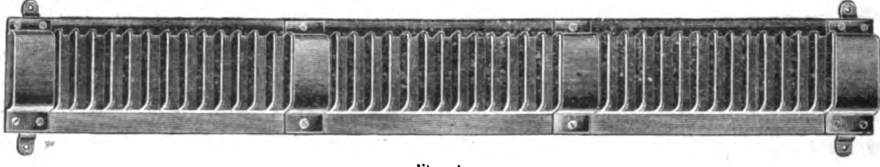


Fig. 4.

retrait que subit cette fonte au refroidissement, le tout constitue un bloc homogène d'une résistance et d'une solidité à toute épreuve, disposition qui, en isolant les résistances du contact de l'air, les préserve de l'oxydation et leur assure une durée illimitée.

Ces éléments sont disposés de manière à permettre

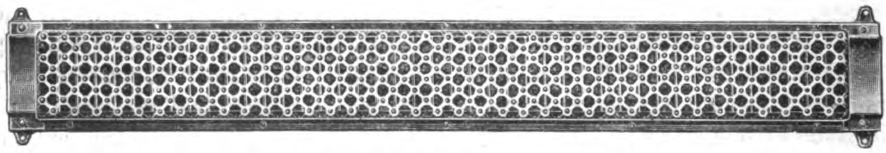


Fig. 5.

d'abord aux couches d'air inférieures de se trouver chauffées; ces couches en se déplaçant, assurent une répartition rationnelle de la chaleur. Chaque élément peut être réglé séparément, et dans les appareils à plusieurs éléments ceux-ci peuvent être réglés isolément ou globalement. Ce réglage ne se fait pas par la mise en circuit ou hors circuit des différents éléments, ce qui aurait pour résultat une distribution irrégulière de la chaleur, mais bien par une



répartition absolument égale du courant sur tous les éléments, même si un tiers seulement, deux tiers ou l'effet tout entier ont été mis en circuit. Ordinairement on n'a besoin du courant total qu'au début, quand il s'agit d'arriver à un chauffage rapide.

Par suite de la production calorique rationnelle et régulière, on peut avec 1000 watts, alors que la température à l'extérieur est glaciale, obtenir une chaleur suffisante pour chauffer une voiture de 16 à 20 places. Les appareils *Électra* peuvent se placer aisément dans toute voiture. Les figures ci-contre en représentent les modèles principaux : la figure 1 représente un élément à ailettes doubles pour être fixé au plancher sous les banquettes; la figure 2, un élément à ailettes simples pour être vissé aux parois. Suivant les circonstances on peut réunir plusieurs éléments en série (voir fig. 3 et 4); la figure 5 représente un appareil avec enveloppe en tôle perforée.

Les avantages du système *Électra* lui ont valu une place prédominante parmi les appareils de chauffage employés par les Compagnies de tramways et de chemins de fer à traction électrique, de même que par la marine. Ainsi les voitures de tramways des principales villes de la Suisse ont été munies de ces appareils, et la marine de guerre italienne les a définitivement adoptés pour le chauffage des cabines. J. B.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

La transmission des télégrammes dans Londres. — Un arrangement nouveau et très important pour la transmission des télégrammes dans Londres sera mis bientôt en vigueur au bureau central des télégraphes. Jusqu'à présent il était impossible pour un bureau éloigné de communiquer avec un autre sans passer par le bureau central. Avec le système nouveau, cette solution compliquée et longue disparaîtra. Chaque bureau télégraphique aura un numéro, et l'opérateur qui voudra communiquer avec un autre bureau touchera simplement une clef d'appel en relation avec ce bureau-là, quelques instants après un annonciateur tombera, indiquant qu'une petite lampe s'est allumée au bureau central en face le numéro du bureau demandé.

L'opérateur du tableau central réunira par un cordon à fiche les deux bureaux, et une fois qu'ils auront terminé leur communication, ils agiront sur la clef d'appel dans les deux bureaux. Ceci aura pour effet d'allumer une deuxième lampe au tableau central, qui préviendra l'opérateur. On propose de n'introduire ce système que graduellement, et de ne l'étendre pour le moment qu'à 138 bureaux seulement, ce qui représente un quart du nombre total des bureaux de Londres. Le système entier utilisera une batterie d'accumulateurs au bureau central.

La conférence sur les téléphones. — Nous avons récemment annoncé que le Conseil municipal de Battersea venait d'empêcher l'ouverture de tranchées sur la voie publique pour poser de nouvelles lignes téléphoniques, devant relier le réseau du gouvernement à celui de la *National Telephone C°*. On demanda aux autres Conseils municipaux de Londres, d'envoyer des délégués pour examiner l'affaire, et la semaine dernière ceux-ci se sont réunis à l'Hôtel de Ville. Plusieurs résolutions furent inscrites à l'ordre du jour, protestant contre la réunion des deux systèmes, mais avant de les voter la discussion fut subitement suspendue, parce qu'on lut une lettre du *Postmaster General*, qui invitait les représentants du Conseil de Battersea, à lui rendre visite afin de discuter cette affaire sur un terrain amical. On pense que cette conférence aura lieu prochainement et on verra alors de quelle manière le fils de M. Chamberlain combattra les socialistes de Battersea.

Deuxième projet de chemin de fer électrique de Londres à Brighton. — On a formé un syndicat pour étudier un projet, et provoquer un bill pour autoriser la construction d'un chemin de fer électrique de Londres à Brighton. Il y aura cinq points d'arrêt et on accomplira le trajet en quarante minutes. L'ingénieur-conseil, dans son rapport sur le projet, recommande une vitesse de 120 km par heure, et il estime que la construction prendra moins de trois ans. La longueur de la ligne sera de 75 km à voie normale, il n'y aura pas de travaux d'art, à part 28 km de la longueur totale qui seront en tunnels. On propose une largeur de 9 m pour les tunnels de façon à donner de la place aux ouvriers si deux trains sont dans le tunnel en même temps et aussi pour obtenir une ventilation parfaite.

Les tramways de la poste à Sheffield. — A Sheffield, quelques-uns des tramways électriques ont été pourvus de boîtes à lettres, de sorte que les personnes qui habitent les faubourgs peuvent mettre leurs lettres à la poste plus tard qu'il n'est possible avec les boîtes de quartier, si on désire un envoi immédiat. Les tramways qui partent des terminus divers vingt-cinq minutes avant les dernières levées du bureau de poste principal, sont munis de petites boîtes rouges, qu'on vide aussitôt que les tramways arrivent au milieu de la ville. On pense que cette innovation épargnera beaucoup de peine au service postal, car les tramways lui serviront de porteurs.

Nécrologie. — Le Dr J.-K. Gladstone, qui vient d'être récemment emporté par une maladie de cœur, fut mieux connu en Angleterre qu'à l'étranger comme un savant, mais néanmoins il fut un homme d'autorité et a mérité en cela l'estime générale. Il devint *Fellow of the Royal Society*, à l'âge de vingt-six ans, et il a reçu de cet Institut la médaille Davy, pour ses recherches électriques et optiques. Il fut professeur de chimie pendant trois ans à la *Royal Institution* et plus tard il devint le premier président de la *Physical Society*. Parmi les divers livres et thèses écrits par lui, on peut mentionner divers

articles sur l'électrolyse, la chimie des batteries secondaires de Planté et Faure, les causes des changements de la force électromotrice dans les batteries secondaires. Ce fut un homme religieux qui travailla beaucoup à réformer l'enseignement. Mais ses recherches importantes sur les accumulateurs furent sans doute ses plus grands travaux scientifiques. N'oublions pas de signaler également que son nom fut associé à celui de M. Tribe.

La question des tramways de Birmingham. — La grande question qui agite actuellement le monde électricien anglais eut son origine dans un article du *Times* paru sous la rubrique : « Les maux du socialisme municipal ». Les articles qui ont récemment paru dans ce journal ne traitent pas seulement de la question au point de vue électrique, mais de toutes les industries qui, dans les années récentes, ont été entreprises et exploitées comme des affaires de commerce par les municipalités. Au point de vue théorique seulement, il n'y a aucun inconvénient à ce qu'une municipalité fabrique son propre gaz ou son électricité, ou distribue elle-même son eau ; mais ces affaires importantes sont tombées souvent dans les mains de commissions municipales, composées de petits commerçants, qui ne s'entendent pas plus en affaires industrielles que de petits enfants. A celles-ci ont été opposées de grandes sociétés anonymes, qui ont des capitaux pour affronter une campagne dans les journaux politiques et assez d'intelligence pour faire réussir leurs affaires. Récemment les municipalités se sont opposées partout aux projets électriques des sociétés anonymes, et la lutte imminente à Birmingham sur la question des travaux promet d'être décisive. De toutes les grandes sociétés, aucune n'est aussi puissante ou n'a plus de capitaux que la *British Electric Traction C°*. Partout on voit son influence se manifester, et, avec une sage prévoyance, elle a peu à peu acquis des intérêts dans les diverses Compagnies de tramways de Birmingham. Celles-ci tiennent leurs concessions du conseil municipal, et le premier bail cessera l'année prochaine, les autres graduellement pendant les années suivantes. La Compagnie veut transformer tous les tramways à chevaux et à vapeur en tramways électriques, et, naturellement, le conseil municipal veut que l'affaire entière revienne entre ses mains. L'année dernière le conseil municipal a proposé un bill au Parlement pour s'attribuer l'exploitation des tramways, mais le projet fut combattu. Il présentera le bill de nouveau cette année, mais s'il est repoussé de nouveau, comme c'est à prévoir, la Compagnie sera mise en demeure d'assurer le service des tramways de la ville avec ses propres moyens.

Dans la ville, il y a une certaine hostilité contre la municipalisation, hostilité qui résulte en grande partie des efforts et de l'argent de la Société, car certains contribuables ne voient pas pourquoi ils doivent payer pour ceux qui emploieront les tramways, quand eux-mêmes se promèneront dans leurs voitures. Toutes les autorités locales du voisinage désirent naturellement que les tramways soient sous le contrôle de l'autorité municipale, et une conférence particulière eut lieu récemment pour décider ce qu'il fallait faire pour arriver à ce but. L'affaire entière est d'intérêt national, car elle marque la lutte qui viendra entre les socialistes et les capitalistes.

Le chemin de fer électrique aérien de Liverpool. — A Liverpool, où le conseil municipal exploite un système de tramways électriques, le chemin de fer aérien avait commencé à sentir l'effet de la concurrence des lignes de tramways qui vont parallèlement à lui, et on a commencé un service très accéléré avec un équipement nouveau, dans le but d'attirer les voyageurs.

Les nouveaux équipements de moteurs ont été fournis par MM. Dick Kerr et Cie, et la vitesse est de plus de 30 km à l'heure, arrêts compris. Le commencement du service nouveau a été marqué par une inspection officielle de la ligne du directeur de la Compagnie. Il sera intéressant de voir lequel des deux systèmes de traction électrique sera préféré du public. C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 22 septembre 1902.

Sur le pouvoir calorifique de la houille. — Note de M. Goutal, présentée par M. Ad. Carnot. — La détermination du pouvoir calorifique de la houille se fait, soit à l'aide de calorimètres perfectionnés, dont le plus répandu dans la pratique industrielle est l'obus Mahler [1], dérivé de la bombe calorimétrique de M. Berthelot, soit par l'emploi de formules empiriques utilisant les chiffres fournis par l'analyse élémentaire [2] ou par des essais chimiques spéciaux [3].

Les mesures calorimétriques faites au moyen de l'obus Mahler nous ont souvent montré de grands écarts entre les pouvoirs calorifiques réels et les pouvoirs calorifiques calculés à l'aide des formules proposées jusqu'à ce jour. Nous avons donc abandonné successivement toutes ces formules comme inexactes ou basées sur des déterminations délicates et compliquées.

Cependant la fixation, par simple calcul, du pouvoir calorifique d'un charbon nous paraissant présenter un certain intérêt industriel, nous avons cherché à établir une relation entre ce pouvoir calorifique et les résultats fournis par l'essai des combustibles, tel qu'il se pratique habituellement, c'est-à-dire par calcination, incinération

(1) *Comptes rendus*, 30 nov. 1891.
(2) Formules de Dulong, Scheurer-Kestner, Cornut, Ser, Gmelin, etc.
(3) Essai à la litharge de Berthier.

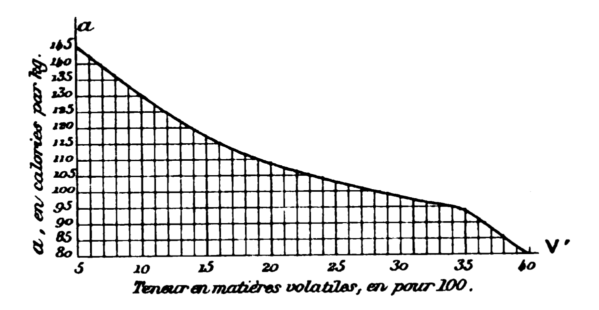
et dessiccation, pour déterminer le carbone fixe, les matières volatiles, les cendres et l'humidité.

Après avoir étudié plus de six cents échantillons de houilles d'origines diverses, nous avons pu nous convaincre que les résultats sont représentés d'une manière très approchée par la formule suivante :

$$P = 82\,C + a\,V.$$

Dans cette formule, P représente le pouvoir calorifique cherché, C la proportion en centièmes du carbone fixe, V celle des matières volatiles et a un multiplicateur variable, fonction de la teneur en matières volatiles V' du combustible supposé pur, c'est-à-dire sans eau ni cendres $\left(V' = 100\,\frac{V}{C+V}\right)$.

Pour fixer expérimentalement la valeur du coefficient a dans le cas des différents combustibles, nous avons tracé une



courbe représentative résultant de nos nombreux essais. Cette courbe est construite en prenant pour abscisses les teneurs en matières volatiles V' et pour coordonnées les valeurs correspondantes de a, déduites des combustions calorimétriques.

Pour les teneurs en matières volatiles de

5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 et 40 pour 100,

le coefficient a prend successivement les valeurs

145, 130, 117, 109, 103, 98, 94, 85 et 80 cal.

Dans le cas des anthracites, a est représenté par une constante égale à 100 cal et la formule devient $P = 82\,C + 100\,V$.

En calculant ainsi le pouvoir calorifique d'une houille, l'erreur d'appréciation dépasse rarement 1 pour 100 de la valeur réelle; elle est exceptionnellement supérieure à 2 pour 100 pour quelques anthracites et quelques houilles ligniteuses, dont le calorimètre seul permet l'étude.

La distillation de la houille étant représentée par une réaction complexe très peu exothermique et n'entraînant, par conséquent, qu'une faible perte des calories disponibles [1], la courbe ci-dessus, qui donne, à poids constant, le pouvoir calorifique a des matières volatiles V', permet de constater que ce pouvoir calorifique décroît régulièrement en allant de l'anthracite au lignite.

Observons encore que le pouvoir calorifique des anthracites purs est, en moyenne, de 8250 cal; que celui des houilles anthraciteuses ($V' = 5$ à 10 pour 100) est de 8550 cal et qu'il atteint un maximum, 8700 cal, pour les charbons dont V' est compris entre 10 et 30 pour 100. Le pouvoir calorifique des houilles augmente donc à mesure que décroît celui de leurs matières volatiles, jusqu'à la teneur limite de 30 pour 100, à partir de laquelle le pouvoir calorifique des combustibles naturels et celui de leurs matières volatiles diminuent concurremment.

[1] Mahler, *Comptes rendus*, 14 déc. 1891.

BIBLIOGRAPHIE

La Télégraphie sans fil. — *Office polytechnique d'édition et de publicité.* Berne, 1902.

« La télégraphie sans fil. Son état actuel et ses chances d'avenir, d'après les essais transatlantiques de Marconi », tel est le titre complet de cette petite brochure in-16 de 65 pages publiée sans nom d'auteur comme « Tirage spécial d'une série d'articles parus dans la *Revue d'électricité* ».

Très différente, comme esprit et comme conception, du volume précédemment analysé, cette plaquette, qui n'a rien de didactique, entre, dès son début, dans le vif du sujet et la critique des appareils avec lesquels elle suppose le lecteur complètement familiarisé, et arrive, comme conclusion, à des vues d'avenir tout autres que le Traité susvisé. Aussi est-il d'autant plus fâcheux, à notre sens, qu'elle ne soit pas signée. Toutefois, sous l'habile apparence d'étude des récents essais de Marconi, la fréquente répétition du nom de Guarini et la mise en vedette de ses Relais automatiques semblent bien révéler le nom de l'auteur que trahit encore son engouement... italien.

Ce procédé est connu; on l'a vu appliqué également chez nous comme réclame en faveur d'appareils particuliers dont le nom revient à chaque page de publications ayant d'ailleurs, en apparence, un caractère général, ce qui a conduit un malicieux bibliographe à dire à leurs auteurs : « C'est entendu, vos appareils ne viennent pas, nous le *savons, du Congo* ». Ces sortes de brochures n'en sont pas moins parfois intéressantes comme monographies, et celle-ci, en particulier, renferme, au point de vue « historique et brevets » des données qui peuvent être précieuses au modeste prix de 1 fr qu'elle coûte.

E. B.

Das Selen (Le Sélénium), par E. Ruhmer. — Publication du journal *Der Mechaniker*. Berlin, 1902. (Plaquette in 8° de 60 pages. Prix : M. 2.40.)

Ce fascicule, dont le titre complet est « Le Sélénium et ses applications en électricité, notamment à la Téléphonie sans fil », rentre encore dans la catégorie des publications à l'ordre du jour que nous avons annoncées précédemment.

Il emprunte cependant un caractère à part à l'intérêt

que présente ce corps si singulier qu'est le sélénium, dont les propriétés, une à une étudiées dans des articles disséminés de divers périodiques, méritaient d'être enfin réunies en une sorte de monographie donnant une vue d'ensemble sur ses applications encore peu répandues mais cependant plus qu'éventuelles. C'est ce que résument les deux premières parties de ce travail pour aboutir en dernier lieu aux remarquables essais de téléphonie sans fil auxquels il a donné lieu. E. B.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

319 533. — **De Beuze.** — *Système de télégraphie multiple applicable au télégraphe Hughes, dit « multiplex de Beuze »* (23 janvier 1902).

319 425. — **Buss Edouard et Otto Buss.** — *Procédé et appareil pour la transmission télégraphique d'images* (8 mars 1902).

319 468. — **Baird.** — *Perfectionnements apportés aux systèmes téléphoniques à paiement préalable* (11 mars 1902).

319 470. — **Peirce.** — *Système perfectionné de télégraphe* (11 mars 1902).

319 474. — **Wery.** — *Perfectionnements aux appareils téléphoniques* (11 mars 1902).

319 563. — **Nodon.** — *Clapet électrique* (7 mars 1902)

319 388. — **La Cour et Rink.** — *Procédé et appareil pour former et régénérer des cathodes en mercure dans des conditions régulières* (7 mars 1902).

319 397. — **Ulbrich et Pommerhanz.** — *Procédé pour la fabrication d'un lubrifiant bon conducteur d'électricité* (8 mars 1902).

319 464. — **Rouge.** — *Système d'enroulements pour machines et appareils électriques* (11 mars 1902).

319 467. — **Wilson.** — *Générateurs électromagnétiques* (11 mars 1902).

319 292. — **Bürger.** — *Tuyau en tôle cimentée pouvant servir de support pour conduites électriques, etc.* (4 mars 1902).

319 332. — **Société dite : Luxsche Industriewerke.** — *Compteur de coulombs* (5 mars 1902).

319 256. — **Société Gebrüder Siemens et C°.** — *Charbon à enveloppe pour lampes à arc* (5 mars 1902).

319 264. — **De Karavodine.** — *Procédé pour la fabrication d'un nouveau produit isolant à base de corps résineux vulcanisés, résistant à des températures élevées, dénommé « l'ébonitine »* (4 mars 1902).

319 435. — **Société Orting et Mathiesen Aktiengesellschaft.** — *Lampe à arc avec paroi protectrice disposée au-dessus de l'arc électrique* (8 mars 1902).

319 461. — **Compagnie internationale de chauffage par l'électricité.** — *Perfectionnements aux lampes électriques et aux porte-lampes* (10 mars 1902).

319 502. — **Wohlmuth.** — *Disposition nouvelle de lampe à incandescence pour inscriptions lumineuses* (11 mars 1902).

319 549. — **Taisey.** — *Perfectionnements apportés aux appareils à tubes pneumatiques pour le transport des dépêches* (13 mars 1902).

319 768. — **Pasquet.** — *Perfectionnement aux transmetteurs microphoniques* (19 mars 1902).

319 528. — **Fredet.** — *Accumulateur électrique avec enveloppe en toile de plomb ou d'alliage de plomb* (12 mars 1902).

319 529. — **Fredet.** — *Accumulateur électrique à cloisons poreuses* (12 mars 1902).

319 532. — **Rosset.** — *Pile primaire et secondaire dont le dépolarisant est un sel supérieur des halogènes* (12 mars 1902).

319 550. — **Sussman.** — *Perfectionnements apportés à la fabrication de la matière active pour plaques d'accumulateurs électriques* (13 mars 1902).

319 576. — **Société Couffinhal et ses fils.** — *Dispositifs mécaniques applicables aux moteurs électriques* (8 mars 1902).

319 595. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements dans les porte-balais* (14 mars 1902).

319 647. — **Thomson.** — *Système perfectionné d'oscillateur électrique* (15 mars 1902).

319 750. — **Arnoux et Guerre.** — *Perfectionnements dans les bobines d'induction dites : bobines de Ruhmkorff* (17 mars 1902).

319 764. — **Porter.** — *Perfectionnements relatifs aux accumulateurs* (19 mars 1902).

319 536. — **Compagnie générale d'électricité.** — *Interrupteur électrique à double articulation* (13 mars 1902).

319 609. — **Société Felten et Guilleaume Carlswerk Actiengesellschaft.** — *Câble ou conducteur électrique à isolement d'air* (14 mars 1902).

319 677. — **Société Dr Schneider et Cie.** — *Procédé d'assemblage de fils conducteurs d'électricité* (17 mars 1902).

319 698. — **Schneider.** — *Dispositif de sûreté empêchant les fraudes dans la consommation des courants électriques alternatifs ou continus distribués par les stations centrales* (18 mars 1902).

319 706. — **Wilson.** — *Dispositif de sûreté applicable aux conducteurs électriques aériens pour éviter tout danger en cas de rupture ou dans le cas où des fils téléphoniques, télégraphiques ou autres viendraient à tomber en travers d'eux* (18 mars 1902).

319 701. — **Société Schneider et Cie.** — *Parafoudre pour installations électriques* (18 mars 1902).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie générale française de tramways. — Les actionnaires de cette Société se sont réunis en assemblée générale ordinaire le 30 avril 1902.

Comme dans le précédent exercice, différentes causes, telles que la cherté du charbon et des matières premières, l'inexpérience du personnel, l'insuffisance de mise au point de l'exploitation et du matériel, ont pesé sur les résultats de plusieurs réseaux, tout au moins pendant les six premiers mois de 1901. De plus, pendant cette période, les recettes ont

eu à souffrir de la crise industrielle et commerciale qui a fortement sévi au Havre ainsi qu'à Marseille, et, dans cette dernière ville, les dépenses, déjà très élevées par suite de la mise en marche d'une exploitation aussi importante, ont été encore aggravées du fait des mouvements ouvriers qui se sont produits au mois de mars 1901.

Devant cette situation qui affectait le réseau principal, il fallut assurer au plus vite sa réorganisation. A cet effet, diverses mesures ont été prises ayant pour but le remaniement des cadres et une meilleure utilisation du personnel, ainsi que le perfectionnement du matériel, de façon à réaliser successivement toutes les économies compatibles avec la bonne marche du service.

Les efforts faits ont obtenu le succès voulu, car, malgré les résultats peu favorables du premier semestre, un dividende a pu être proposé.

Pendant le dernier exercice, il n'a été ouvert à l'exploitation que trois lignes nouvelles (deux au Havre, une à Marseille); les résultats déjà obtenus sont pour ainsi dire entièrement dus au développement progressif du trafic, et, dans ces conditions, le Conseil d'administration a pensé que la meilleure marche à suivre, en 1902, était de poursuivre et d'achever, si possible, la construction des lignes concédées, afin de tirer parti, au plus tôt, des capitaux actuellement immobilisés sous forme d'approvisionnements en magasin et d'avances sur travaux en cours. Cette mesure doit avoir pour résultat immédiat une augmentation progressive des recettes, tout en permettant de diminuer peu à peu le prix de revient par la répartition des frais généraux sur un plus grand nombre de kilomètres-voitures.

La Compagnie, depuis le commencement de 1902, a ouvert successivement à l'exploitation, la moitié des lignes du nouveau réseau de Marseille; ce réseau sera très probablement complètement achevé, ainsi que les deux lignes restant à construire au Havre, avant la fin de l'année courante.

Voici d'ailleurs comment s'exprime le rapport du Conseil d'administration au sujet des différents réseaux de la Compagnie :

Réseau du Havre. — « Ainsi que nous vous en informions l'an dernier, les deux lignes : Gare-Jetée et place Thiers-Notre-Dame, formant le complément du réseau concédé le 17 mai 1899, ont été achevées et ouvertes à l'exploitation le 6 janvier 1901.

« D'autre part, nous avons mis en service, le 11 mars 1902, la ligne place Gambetta-Cimetière et nous ferons de même prochainement pour la ligne boulevard de Sanvic-Graville, de sorte que le troisième réseau, dont un décret du 27 août 1900 avait régularisé la concession, sera exploité sous peu.

Réseau de Marseille. — « Après quelques tâtonnements, nous avons pu surmonter les difficultés inhérentes à la mise en train d'une affaire de cette importance, et nous sommes parvenus à réaliser des économies notables par la réduction du personnel des ateliers, la concentration des magasins, la réorganisation des cadres du personnel et l'unification des services.

« Pour ne pas ralentir l'amélioration qui s'accuse depuis quelques mois, il importe d'achever au plus vite le programme des travaux.

« Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que les dépenses fixes (qui représentent environ la moitié des dépenses totales) devant rester à peu près stationnaires malgré les extensions du réseau, les divers accroissements de recettes se traduiront désormais par un bénéfice intéressant. Nous avons pu nous en rendre compte depuis le début de l'année courante, où les recettes de chaque jour sont supérieures de près de 3000 fr à celles de l'an dernier. Dans ces conditions, nous avons pris toutes les dispositions voulues pour hâter la construction des diverses lignes nouvelles concédées le 5 février 1901.

« C'est ainsi que trois d'entre elles ont été ouvertes à l'exploitation en avril 1902 et que nous avons passé avec nos entrepreneurs des contrats pour l'achèvement rapide de celles restant à construire et qui seront terminées vers la fin de cette année.

Réseau de Nancy. — « Malgré l'abaissement des tarifs que nous avons dû consentir le 1er janvier 1901, aux termes de nos engagements antérieurs, nos recettes ont été supérieures de 22 895,35 fr à celles de 1900, qui avaient atteint 706 850,30 fr.

« Cette augmentation, qui a été réalisée avec un même nombre de voitures, provient du développement croissant de la ville de Nancy.

Réseau d'Orléans. — « Comme à Nancy, le décret concernan les nouvelles lignes en instance de concession a été retardé par certaines difficultés et, d'accord avec la ville, nous avons dû reprendre notre convention et la remanier complètement de façon à l'approprier aux exigences de la population sans cependant engager l'avenir par des extensions qui ne seraient pas entièrement justifiées.

« Les formalités réglementaires sont moins avancées qu'à Nancy et nous ne croyons pas voir sortir le décret déclaratif d'utilité publique avant la fin de cette année.

« Ce réseau nous donne des résultats modestes, mais qui s'améliorent chaque année et arriveront avec le temps à rémunérer dans de bonnes conditions son capital de premier établissement.

Réseau de Tunis. — « Le 1er janvier dernier, nous avons procédé à la reprise des diverses lignes concédées à la Société belge des tramways de Tunis, et qui étaient exploitées à traction animale. Les formalités consécutives à l'opération du rachat s'effectuent normalement dans les conditions de notre convention du 15 mars 1899 avec la municipalité.

« Ayant pris à l'avance les dispositions nécessaires pour la transformation rapide de ces lignes à traction électrique, les travaux commencés le 2 janvier dernier ont été poussés activement et sont près d'être terminés.

« Malgré l'abaissement du tarif que nous avons dû consentir et qui porte sur toutes les lignes que nous exploitons, nos recettes depuis le 1er janvier se présentent avec une sensible plus-value. Néanmoins il convient d'attendre encore quelques mois pour bien apprécier l'influence de l'application de la traction électrique sur l'ensemble du réseau.

« Un décret beylical en date du 21 novembre 1900, nous a concédé définitivement la ligne de la Manouba. Nous avons immédiatement entamé les travaux de construction; la ligne est déjà exploitée jusqu'au Bardo et nous comptons qu'elle sera entièrement terminée en même temps que la transformation du réseau actuellement en cours.

« Pour nous conformer aux prescriptions de l'administration supérieure, nous aurons à créer, dès que la transformation électrique du réseau belge sera terminée, une Société autonome, dans laquelle notre Compagnie conservera un intérêt prépondérant.

Réseau de Cambrai. — « Au cours de l'an dernier, nous avons signé la convention définitive avec la ville de Cambrai et elle est actuellement soumise aux pouvoirs publics, les diverses enquêtes et formalités auxquelles elle donnait lieu ayant toutes été remplies.

« En raison des concours locaux que nous pourrons trouver, nous aurons sans doute avantage à profiter de la faculté qui nous a été donnée de nous substituer une Société anonyme dans des conditions qui sont d'ailleurs déterminées par la convention.

Réseau de Toulon. — « La Société du Var et du Gard a porté son capital de 1 000 000 à 2 500 000 fr, par l'émission contre espèces de 3000 actions nouvelles de 500 fr, dont la majeure partie a été souscrite par notre Compagnie. Cette opération a placé la Société du Var et du Gard dans les condi-

tions requises (art. 18 de la loi du 11 juin 1880) pour être autorisée à émettre des obligations.

« Elle a donc profité de cette situation pour créer, après approbation administrative, 3300 obligations de 500 fr, 4 pour 100 et, usant de la faculté de son contrat avec MM. Schuckert et Cie, elle a remis immédiatement à ces fournisseurs, en les appliquant au pair de 500 fr, 3293 obligations 4 pour 100, qui sont venues régler définitivement la seule dette dont elle restait encore redevable vis-à-vis de tiers.

« En tenant compte de la charge annuelle de 80 000 fr, nécessitée par le service des obligations, amortissement compris, la Société du Var et du Gard donnera pour l'exercice 1901, un dividende de 30 fr par action.

« Nous devons ajouter que des améliorations ont été apportées au cours de l'année dernière dans les méthodes d'exploitation de la Société du Var et du Gard et que, de ce chef, quoique les recettes ne soient pas sensiblement accrues, les résultats de 1901, comparés à ceux des exercices précédents, ont marqué un progrès très sensible, qui aura une répercussion constante dans l'avenir.

« En outre au mois d'octobre dernier, la Société du Var et du Gard a signé avec la municipalité de Toulon une convention relative à la concession éventuelle de lignes nouvelles, dont la construction serait assurée au moyen d'une émission de 1500 obligations, au maximum, entraînant pour les tramways de Toulon, une charge annuelle complémentaire de 37 000 fr environ. »

Après cet aperçu de la situation spéciale à chacun des réseaux de la Compagnie, il est intéressant de noter que les villes où elle possède ses principales exploitations présentent (y compris les banlieues desservies) un accroissement de population que le dernier recensement opéré fait ressortir de la manière suivante :

	1896.		1901.			
Marseille. . .	442 259	habitants,	491 161	en plus	48 922	habitants.
Le Havre. . .	141 951	—	156 901	—	14 950	—
Nancy	106 907	—	114 015	—	7 108	—
Tunis	172 160	—	204 300	—	32 140	—
Toulon . . .	101 712	—	108 231	—	6 159	—
Orléans . . .	70 301	—	70,979	—	678	—

La Compagnie possède donc des réseaux suffisamment développés, dans des villes qui progressent et où se formera une clientèle nouvelle sans préjudice des augmentations normales du trafic résultant de l'accoutumance du public à la fréquentation des tramways.

Voici comment s'établissent les comptes de l'exploitation pendant l'exercice 1901.

Recettes de l'exploitation		7 969 700,52 fr.
Dépenses de l'exploitation	5 043 580,13	
Frais généraux	222 967,16	
Redevances à l'État	472 495,94	
Droits de régie et de stationnement, contributions directes	258 345,91	
Subvention aux caisses de secours et de retraites, assurance du personnel	84 717,12	
Abonnement au timbre	35 414,40	
		6 117 520,66
Bénéfice net de l'exploitation		1 852 179,86
A ce chiffre il faut ajouter le montant des intérêts sur portefeuille et produits divers en 1901, soit		223 166,21
Total des produits		2 075 346,07
En déduisant de cette somme les charges pour intérêts et amortissement des obligations		1 073 160,00
Il reste comme bénéfice net de 1901		1 002 186,07 fr.

De l'exercice 1900, après répartition des bénéfices, un solde de 604 867,01 fr avait été reporté ; ce solde ajouté au bénéfice net de l'exercice 1901, donne un total de 1 607 053,08 fr dont voici la répartition décidée par l'assemblée.

Réserve légale 5 pour 100	80 352,65 fr.
Dividende de 20 fr par action	1 280 000,00
Solde reporté à nouveau	246 700,43
Total égal	1 607 053,08 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1901

Actif.

Comptes de premier établissement	55 288 252,22 fr.
Dépenses sur travaux en cours et lignes nouvelles	1 292 825,20
Réseau de Tunis, premier établissement	2 891 793,65
Approvisionnements	3 125 529,28
Émission et primes d'amortissement des obligations	1 871 057,71
Obligations non émises (15000)	7 500 000,00
Valeurs mobilières, espèces en caisse et en banque, versements dus sur actions nouvelles	5 261 820,76
Débiteurs divers et comptes d'ordre	1 286 359,76
Impôts sur actions	200 847,42
Total	78 718 466,00 fr.

Passif.

Capital, actions	32 0 0 000,00 fr.
— obligations (émises)	22 619 500,00
— — (non émises)	7 500 000,00
Réserves	7 693 064,30
Cautionnements	174 725,00
Fournisseurs et comptes d'ordre	6 521 874,80
Obligations anciennes 4 pour 100 à rembourser	160 114,80
Coupons à payer sur actions	10 084,81
— obligations	430 049,15
Solde bénéficiaire reporté	604 867,01
Solde bénéficiaire exercice 1901	1 002 186,07
Total	78 718 466,00 fr.

Résolutions. — 1° Après avoir entendu la lecture des rapports du Conseil d'administration et des commissaires, l'Assemblée générale déclare approuver, dans toutes leurs parties, le rapport du Conseil d'administration, le bilan et les comptes de l'exercice 1901, tels qu'ils lui sont présentés;

2° L'Assemblée générale, adoptant la répartition des bénéfices proposée par le Conseil d'administration, fixe le dividende de l'exercice 1901 à 20 fr par action payable sous déduction des impôts de finances afférents aux exercices 1900 et 1901 et décide que ce dividende sera mis en distribution à partir du 1er mai 1902, contre présentation du coupon n° 4;

Elle approuve, en outre, le report à nouveau au crédit des actionnaires, de la somme de 246 700,43 fr;

3° L'Assemblée générale donne à M. Castermans, administrateur démissionnaire, *quitus* de sa gestion;

4° L'Assemblée générale, agissant en conformité de l'article 17 des statuts, réélit pour six ans MM. L. Collinet et Saint-Quentin, administrateurs sortants;

5° L'Assemblée générale nomme administrateur, en remplacement de M. Castermans et pour la durée du mandat qui lui restait à courir, M. Léon Janssen, administrateur-directeur général de la Société anonyme Les Tramways Bruxellois;

6° L'Assemblée générale nomme aux fonctions de commissaires des comptes, pour l'exercice 1902, M. l'ingénieur J. Charton et M. l'ingénieur D. Monnier, avec faculté d'agir ensemble ou séparément en cas de maladie ou d'empêchement; elle fixe leur rémunération à la somme de 1000 fr pour chacun d'eux.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

49 191. — Imprimerie Lahure 9, rue de Fleurus, à Paris.



11e Année. — N° 261. 10 Novembre 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

La distribution de l'énergie électrique à Paris. — Nous avons à apporter quelques modifications et additions au tableau synoptique des stations centrales publié dans le numéro 260 du 25 octobre 1902. En ce qui concerne la Société anonyme d'éclairage électrique du secteur de la place Clichy, nous devons ajouter : dans la *station centrale*, un survolteur à courants triphasés de 240 kw, avec dispositif de commande à distance, et dans la *sous-station*, 6 survolteurs à courants triphasés de 75 kw, commandés à distance. Ces appareils, dont *L'Industrie électrique* a publié la théorie en 1900, ont été construits par la Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort. En ce qui concerne la Compagnie parisienne d'air comprimé et d'électricité, pour la sous-station Saint-Roch (Réseau à haute tension), les quatre groupes Thury de 40 kw ont été remplacés par trois groupes de la Société alsacienne, formés chacun d'un moteur électrique de 240 kw (250 A, 950 volts) actionnant à l'aide d'un manchon Raffard une dynamo de 200 kw (400 A, 500 volts), à 400 tours par minutes. J. L.

Le premier câble télégraphique transpacifique. — Le 31 octobre dernier, l'Australie et le Canada ont vu leur distance, au point de vue télégraphique, diminuer d'un seul coup de près de 10 000 milles, et le dernier chaînon a été posé à la ceinture télégraphique du globe qui passe exclusivement par des territoires britanniques, à l'exception de Madère et de Saint-Vincent qui sont au Portugal. Avant cette date, un télégramme du Canada destiné à l'Australie avait à traverser l'Atlantique jusqu'en Angleterre, puis à rejoindre la mer Rouge ou la Côte occidentale d'Afrique pour arriver à destination après une douzaine de transmissions dans des stations de diverses nationalités. Aujourd'hui, un télégramme de Vancouver arrive au Queensland à travers le Pacifique après trois transmissions. La nouvelle voie sera rapide et économique; et, quand on considère à quel point la prospérité commerciale dépend des communications télégraphiques, on est stupéfait du temps qui a pu s'écouler avant qu'on ait mis à exécution le projet du câble du Pacifique.

Il y a près de cinquante ans, quand le premier câble fut posé à travers la Manche, un projet fut établi pour relier l'Amérique du Nord avec l'Asie par l'Alaska et le détroit de Behring; cette voie pleine de difficultés avait été choisie parce qu'on ne croyait pas à la possibilité de poser un câble à travers un large océan. On envoya une expédition pour explorer la route sous la conduite d'un représentant du grand promoteur de câbles des temps modernes, M. J. W. Mackay; elle revint après avoir échoué et souffert des dangers et de la famine, et le projet fut abandonné.

Pendant près de vingt ans, on n'entendit plus parler de câble du Pacifique, lorsque M. F. N. Gisborne, directeur des Télégraphes du Canada et auteur du premier projet du câble transatlantique, proposa, vers 1870, de poser un câble jusqu'au Japon, vià Honolulu et les îles Bonin. M. Sandford Fleming, ingénieur du *Canadian Pacific Railway*, renouvela la la proposition en 1874 pour faire suite aux lignes terrestres

du chemin de fer. Le *Tuscarora*, de la marine américaine, sous le commandement du capitaine Belknap, explora la route durant la même année avec des résultats satisfaisants, et, en 1879, Cyrus Field, dont le nom est intimement lié au premier câble transatlantique, ayant obtenu une concession du gouvernement des îles Sandwich, vint en Angleterre pour exécuter son projet. Vers la même époque, M. Sandford Fleming établit la carte d'une route par les îles Aléoutiennes et sir John Macdonald la soumit à lord Beaconsfield. Cet homme d'État, toujours prompt à discerner l'intérêt de l'Empire, apprécia l'importance du projet et le présenta à la Chambre des Communes avec le rapport du *Pacific Railway*; mais ces projets ne furent pas soutenus et une Compagnie canadienne formée en 1881 dut se dissoudre.

L'interruption des lignes terrestres qui relient les câbles de la Méditerranée à ceux de la Mer Rouge pendant le bombardement d'Alexandrie en 1882, appela de nouveau l'attention sur le projet du câble du Pacifique qui prenait alors la forme dans laquelle il vient d'être mis à exécution, et, en 1884, le Canada demanda à la Métropole de faire les explorations nécessaires. Comme cette demande ne fut pas agréée, une Commission du Conseil privé du Canada fut nommée en 1886, pour étudier la question en vue de la Conférence coloniale qui devait avoir lieu à Londres l'année suivante. Une copie du rapport de cette Commission fut envoyée en Angleterre à sir Charles Tupper, haut commissaire pour le Canada, et, à une réunion des agents généraux des Colonies, M. Matthew Gray, alors administrateur de l'*India Rubber, Gutta Percha and Telegraph Works C°*, constructeurs de câbles sous-marins, fut consulté sur le montant de la subvention qui serait nécessaire à une Compagnie pour poser et exploiter un câble entre le Canada et l'Australie. Dans une lettre à sir Charles Tupper, datée du 19 juillet 1886, et signée par Donald A. Smith, Randolph C. Want, Andrew Robertson, Matthew Gray et Sandford Fleming, les signataires émirent l'opinion qu'une Compagnie sérieuse pourrait être formée pour établir une bonne communication télégraphique par la route indiquée, moyennant une subvention annuelle de 2 500 000 fr pendant vingt-cinq ans. Depuis cette époque, les mêmes personnages, et particulièrement sir Sandford Fleming ont travaillé sans interruption à faire aboutir le projet.

Peu de temps après, M. J. Henniker Heaton et M. Harold Finch-Hatton formèrent une Compagnie s'engageant à poser le câble moyennant une subvention de 1 875 000 fr par an seulement. Mais trop d'obstacles s'élevèrent devant eux pour qu'ils pussent les vaincre; les plus puissants venaient de l'opposition faite par la Compagnie Eastern et les Compagnies télégraphiques associées qui possédaient le monopole des communications par câble avec l'Australie. Le projet était représenté comme impraticable au point de vue technique et comme désastreux au point de vue financier. A la Conférence coloniale en 1887, le président de la Compagnie Eastern déclara que le lit du Pacifique était couvert de récifs de corail qui seraient fatals à la vie des câbles sous-marins, et le Post Master général de l'Australie du Sud, intéressé à l'*Eastern C°* en raison des lignes terrestres possédées par son gouvernement, annonça gravement que la profondeur approchait de 12 000 brasses ou 22 000 m. En réalité, la plus grande profondeur du câble actuel est seulement 3200 brasses, et la moyenne de 2700 brasses. Devant de telles affirmations les délégués coloniaux ne pouvaient qu'émettre le vœu que « le projet du câble du Pacifique étant de la plus grande importance pour l'Empire, il faudrait immédiatement lever tous les doutes sur la possibilité de son exécution par une exploration exacte et minutieuse de la route ».

Pour arriver à ce résultat, ils écrivirent une lettre au secrétaire d'État des colonies, sir Henry Holland (depuis lord Knutsford), lui demandant de faire faire l'exploration. La réponse de sir Henry Holland fut un modèle d'échappatoire diplomatique. Elle disait que l'exploration ne pouvait être faite avant qu'il y eût probabilité que le câble serait posé. Cette réponse équivalait au conseil bien connu de ne pas aller à l'eau avant de savoir nager.

Néanmoins la Conférence postale de Sydney en 1888 renouvela la demande, et il fut convenu que l'*Egérie*, pendant son expédition de trois ans pour explorer l'océan Pacifique, ferait des sondages le long de la route, entre la Nouvelle-Zélande et Vancouver.

Pendant ce temps, les deux câbles aboutissant à l'Australie étaient fréquemment interrompus en même temps, et, au printemps de 1890, les Compagnies associées avaient jugé utile de tripler leur section australienne. Au mois de juillet de la même année, les trois câbles se rompirent en même temps et, pour contrebalancer l'agitation qui renaissait en faveur de la voie du Pacifique à la suite de cet échec, la taxe pour l'Australie était réduite de 9 s. 4 d. à 4 sh. par mot, les colonies devant supporter la moitié de la diminution des recettes. Cette réduction fut si dispendieuse que, au mois de janvier 1893, la taxe fut élevée à 4 s. 9 d.

Pendant ce temps, l'*Albatros* et la *Thétis*, de la marine américaine, avaient exploré la route entre San-Francisco et Honolulu, en vue du câble projeté par les États-Unis, et, en 1893, la Compagnie française du Câble du Pacifique posa sa première section entre le Queensland et la Nouvelle-Calédonie. La même année, M. Sandford Fleming accompagna sir Mackenzie Bowell en Australie pour s'occuper du projet anglais et organisa une conférence des représentants coloniaux qui devait se réunir à Ottowa l'année suivante.

Lord Jersey représenta l'Angleterre à cette conférence et son rapport parut en décembre 1894. Parmi les soumissions, la plus basse était celle de l'*India Rubber, Gutta Percha and Telegraph Works C°*, de Silvertown, qui s'élevait à 57 925 000 fr, tandis que l'estimation des agents du Post Office atteignait 81 600 000 fr.

Les Compagnies associées écrivirent que l'on n'avait pas besoin de ce câble, mais que, si les délégués décidaient le contraire, elles entreprendraient de le poser à de meilleures conditions que n'importe quelle autre Compagnie. Néanmoins, l'estimation du Post Office alarma les membres de la conférence, et les travaux de l'*Egérie* ayant été interrompus, ils prirent simplement une résolution à l'effet « d'entreprendre « le plus vite possible l'exploration minutieuse de la route, « la dépense devant être supportée également par la Grande-« Bretagne, le Canada et l'Australie ». Lord Jersey conclut son rapport en remarquant que jamais dans l'histoire de l'Empire, pareille occasion ne s'était présentée. Le Canada tournait ses regards vers la mère patrie, attendant avec impatience un signe qui favoriserait son développement, une prompte et généreuse prise en considération des propositions de la conférence qui serait saluée par une immense satisfaction.

Le gouvernement alors au pouvoir ne fit rien; mais, quand M. Chamberlain devint secrétaire d'État des colonies en 1895, il nomma une commission du câble du Pacifique, qui commença ses séances en juin 1896. Les commissaires s'entourèrent des avis d'un grand nombre d'hommes compétents, parmi lesquels M. M.-H. Gray, représentant l'*India Rubber, Gutta Percha and Telegraph Works C°*, M. A. Siemens, représentant la maison Siemens frères, et M. F.-R. Lucas, représentant la *Telegraph Construction and Maintenance C°*. Le rapport fut fait en janvier 1897. Bien que rien de ce rapport n'eût été communiqué au public, les Compagnies associées jugèrent prudent de faire une diversion et, au mois de mars de la même année, écrivirent au chancelier de l'Échiquier une lettre offrant de poser un câble complètement anglais allant en Australie par le Cap et touchant à Gibraltar, Sierra Leone, l'Ascension, Sainte-Hélène, Cape Town, Durban, Maurice, Rodriguez et l'île des Cocos; elles demandaient pour ce câble une subvention de 625 000 fr pendant vingt ans, et la continua-

tion, pour dix autres années, de la subvention de 810 000 fr qui leur était alors payée par les gouvernements australiens. Ne recevant pas de réponse favorable de sir Michael Hicks Beach, elles adressèrent à la Conférence des premiers ministres coloniaux, en juin et juillet 1897, une offre amendée. On ne parlait plus de subvention directe, mais on demandait certaines concessions des gouvernements australiens. Ces propositions changèrent complètement l'aspect de l'affaire, et, comme l'amirauté préférait la route du Cap, en raison de ses stations de charbon à l'Ascension et à Sainte-Hélène, le projet du Pacifique fut laissé en suspens quand la Conférence se sépara.

Une année se passa et le rapport de la Commission du câble ne parut pas. En août 1898, M. Chamberlain, questionné à la Chambre à ce sujet, répondit qu'il n'avait reçu des gouvernements du Canada et de l'Australie aucune confirmation officielle que ces pays contribueraient pour deux tiers à la dépense prévue, conformément à la proposition originale. Les premiers ministres australiens acceptèrent de suite de faire un tiers, mais quand le Canada les informa qu'il attendait d'eux une offre plus large, le Queensland, la Nouvelle-Galles du Sud, le Victoria et la Nouvelle-Zélande admirent de faire un neuvième chacun si l'Angleterre et le Canada faisaient les cinq autres neuvièmes.

L'affaire en était là quand, en 1899, deux ans et quatre mois après la clôture de ses travaux, la Commission du câble du Pacifique publia enfin son rapport; les commissaires concluaient à la possibilité d'établir le câble et conseillaient la route Fanning-Fidji-Norfolk. Ils estimaient le coût entre 37 500 000 fr et 45 millions avec des frais annuels pour entretien, intérêts, etc., de 3 600 000 fr. Dans un document parlementaire qui accompagnait le rapport, le *Colonial Office* disait que le Gouvernement impérial avait décidé de garantir cinq dix-huitièmes du déficit annuel pourvu que la somme à payer ne dépassât pas 500 000 fr par an. Le Canada et l'Australie devaient se charger de la construction et de l'exploitation de la ligne, l'Angleterre renonçant à toute part dans les bénéfices possibles.

Cette nouvelle jeta la consternation parmi les soutiens du projet du Pacifique, ils comprirent qu'il était encore sur le point d'être classé. La parcimonie du gouvernement fut hautement dénoncée et la Colombie britannique offrit d'ajouter deux dix-huitièmes au cinq dix-huitièmes du Canada plutôt que de laisser tomber le projet. Le mouvement de l'opinion devint tel, aussi bien à l'intérieur qu'au dehors, que le gouvernement fut contraint de réunir une nouvelle conférence. Là on convint que l'Angleterre contribuerait aux frais de construction et d'entretien pour les cinq dix-huitièmes et qu'un conseil de huit membres serait élu, trois, y compris le président, représentant la Grande-Bretagne, trois l'Australie et deux le Canada.

En même temps, une Commission était formée qui, en juillet de l'année suivante, demanda des offres pour la construction du câble. Les intérêts des divers gouvernements en cause auraient peut-être été mieux servis en partageant la commande entre les principales Compagnies de construction de câbles, car le travail aurait été fait beaucoup plus vite, mais, le 4 décembre 1900, le *Colonial Office* annonça que la soumission de la Compagnie *Telegraph Construction and Maintenance*, s'élevant à 44 875 000 fr avait été acceptée. Au mois de février suivant, le Conseil permanent de contrôle fut constitué, le gouvernement impérial étant représenté par sir Spencer Walpole, président; MM. G. E. Y. Gleadowe et Hepworth Mercer; le Canada, par lord Strathcona et M. Alexander Lang; la Nouvelle-Galles du Sud, par M. Henry Copeland; Victoria et le Queensland, par le lieutenant-général, sir Andrew Clarke; et la Nouvelle-Zélande, par M. W. Pember Reeves, qui, avec M. J.-G. Drake, du Queensland, avait si activement servi cette cause. Le Conseil nomma M. C. H. Reynolds, ancien directeur général des télégraphes de l'Inde, comme son directeur général. Le bill du câble passa en deuxième lecture en août 1901, la loi du câble du Pacifique autorisait une émission de 50 000 000 fr à 3 pour 100, les bénéfices devant être partagés en proportion des payements des gouvernements contractants.

Après tant de retards la ceinture est maintenant complète autour de la terre, et un télégramme peut parcourir le circuit entier en 30 minutes. L'Angleterre ne saurait estimer trop haut les heureux résultats que produira le fait d'avoir forgé le dernier anneau de la chaîne des communications télégraphiques de l'Empire britannique, tant au point de vue commercial qu'au point de vue stratégique; la clientèle du réseau télégraphique qui relie l'Angleterre à l'Australie économisera 5 millions par an.

Mais, à l'heure du succès, il convient de ne pas oublier le vétéran qui fut le promoteur de l'entreprise, sir Sandford Fleming, dont le nom sera toujours associé à deux des plus grandes entreprises techniques de son temps : le Canadian Pacific Railway et le Câble du Pacifique. Il ne faut pas oublier non plus la Compagnie de Silvertown, qui travailla pour la bonne cause dès les premiers jours, combattant bravement contre un puissant monopole pour voir enfin toute l'entreprise confiée à un de ceux qui avaient lutté pour faire échouer le projet. Il faut enfin féliciter le secrétaire aux colonies pour l'achèvement d'une des tâches les plus importantes qu'il entreprit dès son arrivée aux affaires.

Chemin de fer à courant alternatif simple de Washington à Baltimore, système Westinghouse. — On vient de décider la transformation de la ligne de Washington à Baltimore et du tronçon qui relie Annapolis au milieu de la distance des deux premières villes. La longueur de la première ligne est d'environ 64 km, la longueur du tronçon d'environ 24 km.

Ce n'est pas la substitution de la traction électrique à la traction par vapeur qui fait l'intérêt de cette décision, mais c'est le choix surprenant du système de traction électrique adopté, surprenant surtout de la part des Américains, qui se sont prononcés, jusqu'à nos jours, aussi catégoriquement en faveur de la traction par courant continu.

Quoi qu'il en soit, la transformation aura lieu sur des bases tout à fait nouvelles, qu'il nous est permis dès maintenant d'indiquer brièvement, d'après notre confrère l'*Electrical World and Engineer*, de New-York.

Les voitures seront munies de moteurs à *courant alternatif simple*; non seulement on prétend éviter ainsi les graves inconvénients qui résultent de l'emploi de moteurs polyphasés : prises de courant multiples, complication des lignes, difficulté d'aiguillages, effets d'inductance dus au retour par les rails ou à la dissymétrie des lignes, mais on prétend encore réaliser, par la construction de moteurs à courant alternatif simple, des avantages dans la flexibilité des moteurs, dans leur facilité de démarrage, leurs rendements à toutes vitesses, etc.

Il est bien difficile de croire que les moteurs à courant alternatif simple ne participent pas à tous les désavantages des moteurs alternatifs polyphasés, à *un titre au moins égal*. Nous attendrons donc avec intérêt les renseignements complémentaires que tous nos lecteurs doivent désirer.

En ce qui concerne la construction de la ligne elle-même, il est incontestable que les difficultés, inhérentes à l'emploi des courants alternatifs pour la traction, seront considérablement réduites.

L'alimentation des moteurs se fera sous la tension de 1000 volts, mais l'énergie sera transportée sous la tension de 15 000 volts. On compte installer une usine à 3 groupes électrogènes de 1500 kw, tournant à 80 tours par minute et donnant directement 15 000 volts. Sur la longueur totale des lignes desservies on compte échelonner 9 sous-stations transformatrices, fournissant le courant sous la tension de 1000 volts à des fils de trolley aériens.

Pour les voitures, on a fait choix du type à bogies, à 4 moteurs, chacun développant une puissance de 100 chevaux. On dit que ces moteurs auront une vitesse réglable dans de grandes limites, et présenteront la plupart des avantages des moteurs de traction à courant continu. Il est à peine besoin d'insister sur les avantages éventuels d'un pareil système et sur les modifications profondes qu'il est capable d'apporter à la traction. Il est évident que l'économie résultant de l'adoption de 1000 volts aux moteurs et de 15 000 volts à la ligne se traduit par une économie de cuivre considérable, et qu'on n'est pas même limité dans cette voie d'économie, aux tensions de 1000 et de 15 000, mais qu'on peut aller bien au delà.

Quant aux sous-stations, il est évident qu'elles deviennent beaucoup plus économiques, tant comme dépenses d'exploitation que comme frais d'établissement, car elles sont uniquement constituées de transformateurs ordinaires, et ne comportent :

1° *Comme frais d'établissement*, ni les complications des commutatrices, ni des tableaux de distribution.

2° *Comme frais d'exploitation*, un personnel beaucoup plus réduit, et même suppression totale de tout personnel à demeure, et substitution d'équipes volantes de surveillants. La Compagnie qui réalise ces travaux compte faire la fourniture d'énergie électrique à plusieurs usines riveraines, et doit reprendre l'exploitation d'une ligne de traction alimentée par courant continu; enfin, pour n'en point changer le matériel, on dit qu'elle compte utiliser deux commutatrices à courant alternatif de 200 kw. C'est encore un fait sur lequel nous nous réservons de revenir dans la description plus détaillée que nous comptons bien donner plus tard, car les commutatrices à courant alternatif simple ont été jugées jusqu'ici assez peu pratiques, et à bien juste raison. P. L.

Système métrique. — Le comité de la Société suisse des libraires a décidé de proposer aux membres de cette Société, lors de la prochaine réunion, d'accompagner à l'avenir la désignation des formats de celle de la désignation du livre en centimètres. D'autre part, la Bibliothèque espagnole a, dès sa fondation, adopté le système métrique pour la désignation des formats, et l'Association des libraires espagnols a recommandé à tous les éditeurs d'agir de même dans leurs catalogues et même d'indiquer le poids des volumes. Devant ces différentes manifestations, le bureau permanent du Congrès international des éditeurs, dont le siège est à Berne, vient d'adresser à ses adhérents de nationalité autre que les française, espagnole et suisse, une circulaire leur recommandant l'adoption du système métrique pour la désignation des formats. Attendons-nous donc, d'ici peu, à voir disparaître les vieilles dénominations depuis si longtemps en usage : in-folio, in-4, in-8, in-12, in-18, etc., qui seront remplacées par d'autres de ce genre : in-5, in-6, in-7, etc., suivant le nombre des centimètres.

Pour nous conformer à cet usage rationnel, nous indiquerons à l'avenir, dans les bibliographies, les dimensions des ouvrages en centimètres, le premier chiffre se rapportant à la *hauteur* et le second à la *largeur* du volume, marges comprises.

École théorique et pratique d'électricité. — Sous ce titre, vient de s'ouvrir à Paris, 146, boulevard de Grenelle et 23, rue Frémicourt, une nouvelle école d'enseignement populaire qui compte dans son comité de patronage MM. les députés et conseillers municipaux du XVe arrondissement et nombreux industriels et constructeurs-électriciens. Cette école reçoit des internes, des demi-pensionnaires et des externes.

Les cours normaux ont pour but de donner un enseignement non seulement théorique, mais essentiellement pratique, où le travail d'atelier sous toutes ses formes, les visites d'usines, l'établissement de devis d'installations électriques, etc., occupent une large place. Un cours supérieur prépare à l'École supérieure d'Électricité. D'autre part, des cours du soir divisés en deux groupes selon le degré d'instruction des auditeurs, auront lieu, à partir du 18 courant, de 8^{h}45^m à 10^h du soir : ils sont spécialement réservés à MM. les employés, contremaîtres et ouvriers de l'industrie électrique.

De plus, tous les dimanches à 10 heures, à partir du 17 courant, il sera fait, au siège de l'École, des conférences publiques et gratuites sur des sujets d'électricité intéressant l'industrie en général, et, plus particulièrement, l'industrie électrique.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Brantôme (Dordogne). — *Éclairage.* — La question de l'éclairage électrique, si impatiemment attendu de la population, va recevoir prochainement une solution pratique. Le concessionnaire, en effet, sur les instances de la municipalité, et d'accord avec elle, est tout disposé à poursuivre les formalités que comportent ses installations.

Depuis plusieurs années, une société industrielle, activait ses études pour créer en amont de Saint-Pardoux, sur la Dronne, des chutes de plus de 115 m, dont la puissance est destinée à une utilisation industrielle dans une ville voisine, qui n'est pas Périgueux, sans qu'on puisse encore spécifier rien de particulier.

L'usine dont le règlement se poursuit actuellement à Saint-Pardoux, n'est qu'une infime fraction de l'installation projetée destinée à fournir de l'énergie électrique à toute la région.

Issoire (Puy-de-Dôme). — *Éclairage.* — Au cours d'une des dernières séances du Conseil municipal, M. le Maire donne connaissance d'une lettre de M. Chevrier, ingénieur-électricien, qui s'offre à installer l'éclairage électrique à Issoire. Divers plans et devis sont joints à cette lettre.

M. Chevrier propose plusieurs systèmes d'exploitation; il se chargerait, par exemple, de la construction de l'usine génératrice et de la distribution du courant, transformé à 100 volts, à plusieurs points déterminés, moyennant 12 000 fr par an. La ville ou une Société coopérative devrait ensuite faire à ses risques et périls l'exploitation du réseau d'éclairage. L'établissement de la distribution électrique en ville coûterait environ 12 500 fr. Le prix de 12 000 fr demandé par M. Chevrier pour la fourniture du courant nécessaire à l'éclairage de la ville et des particuliers est très bas, si l'on considère que la Compagnie du gaz perçoit environ 40 000 fr par an.

La seconde combinaison consisterait à laisser à M. Chevrier le soin de construire et d'exploiter l'usine électrique à ses risques et périls; il percevrait 25 fr par an pour chaque lampe de 16 bougies, et les lampes ne s'éteindraient qu'au matin. Pour un éclairage de cinq heures à 12 bougies, le gaz perçoit 49 fr.

M. Cibrand demande si, comme cela avait été convenu, la municipalité s'est abouchée avec la Compagnie du gaz avant de se mettre en relations avec M. Chevrier.

M. le maire répond que cette démarche sera faite après examen des propositions de M. Chevrier; mais d'avance il déclare n'être pas partisan de l'exploitation de l'éclairage électrique par la Compagnie du gaz.

Sur la proposition de M. le maire, le Conseil décide que les propositions dont il vient de prendre connaissance, seront soumises à la Commission qui avait été nommée pour étudier la question de l'éclairage.

Viviers (Ardèche). — M. Mast, ingénieur-conseil-électricien à Valence-sur-Rhône, vient d'obtenir la concession de l'éclairage électrique de la commune de Viviers dont le maire est M. J. Pavin de Lafarge, le grand industriel bien connu. L'usine centrale génératrice hydraulique avec machine à vapeur de réserve se trouvera sur la commune de Châteauneuf-du-Rhône (Drôme). Le Conseil municipal de ce pittoresque bourg vient également d'admettre l'éclairage électrique.

CORRESPONDANCE

Tramways à contacts superficiels.

Réponse
au Syndicat pour l'installation de tramways électriques, à Lyon.

Le Syndicat pour l'installation de tramways électriques, à Lyon, prétend que, dans l'examen critique du système Diatto, je suis parti de points de vue inexacts, en publiant mon article dans le numéro 256 de *L'Industrie électrique*, en date du 25 août 1902; de plus, il regrette que je n'aie pas soumis au Congrès, qui eut lieu à Montauban, les observations que j'avais faites à Tours sur le domaine de la prise de courant superficielle, cette question étant portée à l'ordre du jour de ce Congrès.

Je tiens à faire remarquer que je n'avais malheureusement pas été informé de tous les points portés à l'ordre du jour et que, par là, je ne pouvais supposer qu'au Congrès de Montauban, cette question aurait été traitée d'une façon aussi approfondie; ceci d'autant plus qu'à l'assemblée de l'Union internationale permanente des Tramways, qui eut lieu à Londres cette année, ce point fut traité d'une façon vraiment par trop brève; en effet, l'on s'en tint uniquement aux détails donnés par le rapporteur et l'on passa sans aucune discussion au point suivant de l'ordre du jour.

Je ne veux mentionner ce fait que pour montrer que, des ingénieurs présents, parmi lesquels, autant que je sache, quelques-uns devaient être très bien renseignés sur les modifications apportées au système Diatto, aucun ne crut devoir présenter d'objections au rapporteur sur sa critique sur le système Diatto.

Le rapporteur s'exprima comme suit :

« Ce système (Diatto) ne parait pas avoir donné les résul« tats satisfaisants qu'on en attendait, malgré tous les per« fectionnements qui y ont été apportés, vu que le clou qui « électrise le plot et qui, après que la voiture est passée, doit « retomber, reste de temps en temps suspendu; le plot reste « alors sous tension, ce qui constitue une source de danger « pour les passants et les animaux qui viennent à toucher ce « plot.

« De plus, par suite des détériorations de la chaussée, la « proéminence de ces plots peut à la longue gêner la circu« lation. »

En ce qui concerne l'essai que j'ai fait à Tours en son temps, je tiens à faire constater qu'il avait simplement pour but de prouver que, dans le système Diatto, une faible dérivation du plot au rail suffit pour compromettre la circulation.

La quantité de sel employée pour cet essai était très minime et la dérivation ainsi formée ne pouvait avoir, d'après mon estimation, qu'une intensité de 2 à 3 ampères.

Ce qui permet de prouver qu'il n'y a pas eu de court-circuit par suite de cette dérivation, c'est que la voiture, après avoir passé le plot intéressé qui était resté sous tension pendant quelque temps, a continué sa marche sans incident. Il en fut de même de la voiture suivante.

On ne peut nullement identifier un essai de cette sorte avec la mise en court-circuit des bornes d'une dynamo. En effet, si lors de l'essai un court-circuit avait eu lieu, le courant aurait été interrompu et la voiture se serait arrêtée dans sa course.

On m'a fait remarquer, il est vrai, à cette époque, que les conditions dans lesquelles cet essai avait été fait étaient exceptionnelles et que de tels faits ne pourraient se reproduire en service normal. Je constate toutefois que, comme l'expérience me l'a montré, et lorsque l'état de propreté de la voie laisse à désirer, il se produit souvent des dérivations de quelques ampères des plots aux rails, et principalement aux croisements de voies et aux points d'aiguillages et spécialement lorsque la voie n'a un écartement que de 1 m entre rails.

A ces endroits, la distance entre le plot et le rail est parfois très petite; il s'ensuit que des dérivations peuvent facilement prendre naissance dans les flaques d'eau salée ou d'eau contenant de l'urine, qui se rassemblent entre les rails.

L'article suivant du *Figaro* du 18 mai 1902 parle d'un bain électrique; ce bain fournit la meilleure preuve de la vérité de l'assertion que je viens d'émettre.

« Tous les tramways en panne.

« Tout le long de la rue du Quatre-Septembre, tout le long « de la rue Réaumur jusqu'à la place de la République, on ne « voyait, l'avant-dernière nuit, que tramways en panne, avec « wattman à l'avant et receveur à l'arrière.

« Qu'était-il arrivé? Rue Réaumur, entre les rues Vaucan« son et du Général-Morin, une flaque d'eau noyait un plot, « et ce plot en avait fait *un bain électrique*. Un cheval qui y « mit le pied fut électrocuté et une dizaine de personnes « reçurent des secousses plus ou moins violentes....

« Ce que voyant, M. Poncet, officier de paix, enjoignit à la « Compagnie d'arrêter le courant électrique, et les tramways « restèrent chacun à l'endroit où il se trouvait.

« Cela a duré de dix heures du soir à cinq heures du « matin. »

J'ai fait récemment des essais approfondis qui prouvent que, même lors d'une intensité de 1 à 2 ampères, sous une tension de 500 volts, l'étincelle qui se forme entre les contacts en charbon dure un certain temps, si la distance entre les contacts en charbon et la disposition de ceux-ci est la même que dans le système Diatto.

Les essais ont également démontré qu'il suffit d'une très petite quantité de sel pour établir une dérivation de 1 à 2 ampères. Les essais ont été faits avec un appareil de contact, dans lequel les contacts étaient disposés les uns au-dessus des autres; la distance entre les deux contacts en charbon était tout d'abord de 15 mm, par conséquent plus grande que dans le système Diatto.

Sur une ligne à conducteurs sectionnés, à voie normale, la surface entre le plot et les rails fut complètement humectée d'eau et l'on y répandit 50 g du sel employé dans les installations de tramways pour tenir les rails en bon état de propreté.

L'intensité a été mesurée avec le plus grand soin avec un ampèremètre, système Deprez-d'Arsonval; elle était de 1 ampère.

Chaque fois que les contacts s'éloignaient de 15 mm, l'étincelle de rupture durait un certain temps, variant entre 20 et 30 secondes au maximum. Elle ne s'éteignait qu'au moment où la dérivation du plot aux rails était suffisamment réduite.

A l'endroit d'une flaque d'eau contenant de l'urine ou du sel en dissolution, le plot reste pour ainsi dire continuellement sous tension. Pour produire une dérivation plus forte, par exemple 5 ampères, il faut 160 g de sel. Si on laisse les contacts s'écarter, la flamme persiste, même si la distance des contacts atteint 30 mm.

Ainsi que pour les essais faits à Tours en son temps, on pourrait prétendre que les circonstances dans lesquelles ces essais ont été faits ne pourraient se reproduire en service ordinaire.

Mais si l'on tient compte que pour tenir les rails en bon état de propreté lorsqu'il neige, le sel n'est réparti par les voitures que sur les rails, et que peu à peu, par suite de la circulation des voitures, la dissolution du sel sur les rails se mélange avec la neige et la boue entre les rails et les plots, l'on comprendra très bien qu'il puisse se former aux plots des dérivations superficielles, variant suivant l'état de propreté de la voie.

Dans la brochure de M. Julius, brochure dont je viens seulement d'avoir connaissance, la nouvelle construction des plots de contact est représentée à la page 63; le godet M est exécuté sans le prolongement en forme de manchon, qui est remplacé par une cloche en terre réfractaire.

Cette modification fournit la meilleure preuve que l'ancienne disposition, dans laquelle le godet M était en ambroïne ne suffisait pas; ceci, comme je le disais, parce que la substance isolante (ambroïne) exposée d'une façon continuelle à des étincelles se formant lorsque le capteur abandonnait le plot, devenait conductrice par la carbonisation graduelle de sa surface postérieure.

Si la première construction n'avait pas présenté de points faibles, l'on n'aurait pas posé sans raison cette cloche en terre réfractaire à l'intérieur de l'appareil.

Dans l'installation de Tours, les plots n'avaient pas ce prolongement du godet M en forme de manchon, ainsi que l'indique mon article, page 375, figure 2 (*L'Industrie électrique*, 25 août 1902).

Mais si, comme on le dit maintenant, la partie supérieure du couvercle K qui touche au plot a été exécutée à Paris de nouveau en métal, et non en ambroïne, comme on me l'avait dit tout d'abord, le côté défectueux de la construction n'en est par là que mieux démontré, vu qu'à Tours, lorsque l'essai a eu lieu, la flamme a jailli vers la partie métallique K (voy. fig. 3, p. 376) et a maintenu le plot sous tension jusqu'à ce que la dérivation fût suffisamment réduite.

Tout ingénieur électricien compétent comprendra parfaitement que le changement apporté à la construction d'après la figure 3, et qui consiste à faire en ambroïne le godet M dans sa nouvelle forme ne pourrait que préserver contre les flammes se formant aux contacts.

Je considère qu'il est complètement prouvé que la plupart des dérangements et des accidents qui s'ensuivent lorsque les plots sont maintenus continuellement sous tension, résultent seulement, d'une part de ce que l'étincelle reste attachée de temps en temps sur les contacts, et d'autre part de ce que le godet en matière isolante est rendu peu à peu conducteur en se carbonisant à sa surface supérieure par suite de la formation continuelle d'étincelles entre les contacts.

Dans ce cas, le courant traverse le clou O (fig. 3), qui est en communication permanente avec le feeder, gagne la surface carbonisée endommagée de la boîte en matière isolante (ébonite ou ambroïne), passe de là à l'anneau métallique N, arrive dans la capsule K qui est en communication métallique avec la partie F du plot.

L'emploi de la terre réfractaire doit permettre de remédier à l'avenir à ce dernier inconvénient. Mais par contre, il sera très difficile d'éviter complètement la formation d'étincelles aux contacts, même lorsque la ligne sera dans le meilleur état d'isolement.

Ainsi donc la circulation sera toujours compromise, car comme il a été démontré par des essais, lors de dérivations, les plots restent encore sous tension par suite de la flamme se produisant aux contacts.

Je considère donc comme condition essentielle que les lignes de tramways à prise de courant par conducteurs sectionnés soient munies de dispositifs de sûreté d'un fonctionnement sûr et précis, et que les appareils de contact travaillent en tout temps sans étincelles, quelle que soit l'importance des dérivations se produisant aux plots. G. PAUL.

Transport d'énergie électrique de Beznau.

MONSIEUR,

Nous avons lu avec beaucoup d'intérêt l'article paru dans le numéro de *L'Industrie électrique* du 10 octobre sur le « Transport d'énergie par courants alternatifs triphasés de Beznau (Suisse) » et nous croyons devoir vous signaler quelques inexactitudes qui se sont glissées dans cette note.

En suivant le cours de cet article, nous vous signalerons qu'un courant de 13 à 15 ampères est indiqué comme représentant la perte trouvée aux essais (due au défaut d'isolement et à la capacité). Il serait plus juste de dire que le courant résultant du courant de perte par défaut d'isolement et du courant de charge de la ligne est de 13 à 15 ampères, le courant de charge d'une ligne n'étant pas un courant de perte.

Les isolateurs désignés comme étant du type « Schombourg » portent ce nom à tort, puisque l'isolateur de Beznau est un type nouveau et c'est notre maison qui les a dessinés et qui les a fait construire, non par la maison Schombourg, mais par la *Karlsbader Kaolin-Industrie-Gesellschaft* de Merkelsgrün en Bohême. Nous pensons d'autre part qu'il y aurait lieu d'indiquer à vos lecteurs que la figure représentant cet isolateur n'est qu'un croquis approximatif.

En ce qui concerne Entfelden (ligne II) nous vous informons que cette localité est située à 32 km de l'usine génératrice et qu'elle ne possède pas de réseau de tramway qui la desserve uniquement : le tramway en question circule sur la ligne que nous avons installée d'Aarau à Schoeftland.

L'auteur de l'article estime que le choix du courant alternatif triphasé est assez discutable dans le cas présent, étant donné que l'énergie doit être transportée à distance : il y a lieu de remarquer que, sauf de très rares exceptions, la transmission de la puissance à grande distance se fait par courants alternatifs, ainsi que le prouvent surabondamment les nombreuses installations d'Amérique et du continent exécutées suivant cette manière de voir.

Passant à la description de l'installation hydraulique, nous vous signalons que le débit minimum de l'Aare est de 160 m³ par seconde dans de grandes sécheresses et non de 1800 m³. Il est dit un peu plus loin que les conduites d'huile sont placées au-dessus de la galerie longitudinale servant aux conducteurs; il y a là une erreur d'impression, car il faut lire : « au-dessous ».

Il convient en outre de remarquer que les turbines ne sont pas du type « Beznau » puisque, ainsi qu'il en est fait mention dans l'article, la Société Motor a déjà employé ce même type à Hagneck, c'est-à-dire pour une installation plus ancienne.

Enfin, à propos des interrupteurs dans l'huile, l'auteur de l'article se réfère à l'Usine du Manhattan de New-York et à quelques autres stations électriques; nous pensons qu'il peut être intéressant pour vos lecteurs d'apprendre que ce type d'interrupteur a été employé par notre maison, bien avant l'établissement de cette installation, dans la station centrale de Paderno d'Adda, mise en service en 1898. Nous avons, en effet, été les premiers à employer les interrupteurs dans l'huile.

Nous vous serions obligés de bien vouloir donner connaissance à vos lecteurs de ces quelques rectifications.

Veuillez agréer, etc. BROWN, BOVERI ET Cie.



LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

DE LA SOCIÉTÉ HYDRO-ÉLECTRIQUE DE FURE ET MORGE

Généralités. — La Société hydro-électrique de Fure et Morge a édifié à 13 km de Grenoble, au confluent du Drac et de la Romanche, une usine hydro-électrique empruntant d'une part la force productive du Drac, distribuant d'autre part la puissance électrique produite aux nombreuses usines échelonnées le long des vallées industrielles de la Fure et de la Morge, d'où le nom de Fure et Morge donné à la Société.

Le Drac, qui alimente les turbines de l'usine de Champ, est un torrent capricieux qui prend sa source dans les Hautes-Alpes et qui se jette dans l'Isère en aval de Grenoble. La longueur du lit de ce torrent est environ 130 km, et la surface de ce bassin, malheureusement très peu boisé, est de 2000 km carrés.

Ses principaux affluents, en amont du barrage de Saint-Georges de Commier, sont : dans le département des Hautes-Alpes, la Séveraissette et la Séveraisse ; dans le département de l'Isère, la Bonne, la Roisonne, la Souloise et l'Ebron.

La pente du Drac, sur les 20 km qui précèdent l'usine du Champ, est de 7 millièmes. Son débit est très variable : il peut être réduit à 20 m^3 : s en basses eaux, comme il peut atteindre 1200 m^3 : s en très hautes eaux. Les crues se produisent avec une rapidité extraordinaire, qui rend très difficile les travaux de construction du barrage. On admet généralement 30 m^3 : s à l'étiage; cependant, dans les années de sécheresse très grande, le débit peut descendre au-dessous de 20 m^3 : s. En décembre 1899, un jaugeage fait au pont de la Rivoire a donné 19 m^3 : s; il est vrai que, trois jours après, le débit s'élevait à 700 m^3 : s.

INSTALLATION HYDRAULIQUE

La *prise d'eau* qui alimente l'usine de Champ est établie en aval du pont de la Rivoire, pont situé sous la ligne de chemin de fer de Grenoble à Gap par Veynes. Cette prise se compose d'un barrage fixe, d'un barrage mobile, d'un bajoyer de prise, d'un canal de dérivation et d'une chambre d'eau, point de départ de la canalisation forcée aboutissant à l'usine.

Le *barrage fixe* est en béton ; c'est un massif d'une longueur de 130 m, d'une largeur de 12 m et d'une épaisseur variant de 3 à 6 m, suivant le profil transversal du Drac. Ce massif de béton est recouvert d'un pavage rudimentaire en gros enrochements pour empêcher les graviers charriés par le torrent de désagréger le béton; c'est, d'ailleurs, un simple barrage de prise, n'ayant qu'une hauteur de 1,5 à 2 m au-dessus du lit du torrent; il réunit la rive gauche du Drac à la pile fondée en rivière qui sert d'union entre le barrage fixe et le barrage mobile.

Le *barrage mobile*, qui a 16 m d'ouverture, est composé de deux vannes de 8 m de longueur et de 1,5 m de hauteur. Ces vannes sont manœuvrées d'une passerelle métallique prenant appui, d'une part sur la pile, d'autre part sur le couronnement du mur de bajoyer. Une aiguille métallique sert d'intermédiaire à la passerelle et de point d'appui aux glissières des vannes. Ce barrage mobile a pour but de maintenir le courant le long du bajoyer afin d'éviter le dépôt du gravier devant les grilles. Le Drac charrie, en effet, des quantités considérables de gravier, et il faut prendre des dispositions toutes spéciales pour éviter qu'il ne se dépose devant les grilles et n'entre dans le canal de dérivation.

Le *mur de dérivation* est en béton de ciment ; il a une longueur de 30 m, est percé de 15 ouvertures de 2 m de largeur sur 1,5 m de hauteur, qui peuvent être fermées par des vannes. Une grille de forme spéciale est installée tout le long de ce mur du côté du Drac; elle est composée de lames de fer disposées en persiennes, de façon que les cailloux cheminant le long de ces lames et entraînés par le courant produit par l'ouverture du barrage mobile, ne puisse pénétrer dans le canal de dérivation.

Le *mur de bajoyer* est fondé sur pilotis ; le barrage mobile repose sur un caisson descendu, de 9 m de profondeur, au moyen de l'air comprimé.

Le *canal de dérivation*, qui reçoit l'eau qui a passé par les ouvertures du bajoyer, a une longueur de 600 m et une largeur variant de 60 à 22 m. Ce canal est exécuté partie en déblai, partie en remblai; ses parois latérales sont garnies d'un revêtement de chaux hydraulique ; la pente de fond du canal est de 4 mm par m.

La *chambre d'eau*, qui sert de point terminus au canal de dérivation et de point de départ à la canalisation sous pression, est en béton de ciment; elle a une surface de 900 m^2 et une profondeur moyenne de 4 m. Cette chambre est divisée en deux compartiments : le premier, qui reçoit directement l'eau du canal, est destiné à retenir les sables entraînés par l'eau. Ces sables sont évacués au moyen de rigoles convenablement aménagées dans la sole de la chambre, rigoles aboutissant à 6 vannes de chasse placées dans le mur gauche de la chambre d'eau, mur disposé en forme de déversoir; un canal de vidange rejette au Drac ces sables en même temps que les eaux qui passent sur le déversoir. Un mur de décantation, surmonté d'une grille à feuilles, sépare le premier compartiment du second auquel vient se souder le tuyau en béton armé, formant la première partie de la canalisation sous pression. Une vanne de 3,5 sur 4 m, permet de fermer à volonté l'entrée du tuyau. La lame d'eau surmontant la génératrice supérieure de l'intrados du tuyau a une épaisseur de 2,7 m, de façon à éviter les rentrées d'air; l'entrée du tuyau est d'ailleurs évasée en forme de trompe pour faciliter l'introduction de l'eau.

Canalisation. — La canalisation est formée d'un tuyau

de 3,30 m de diamètre intérieur et de 4600 m de long, dont 2100 en béton armé et 2500 en tôle d'acier doux; la partie en béton armé est destinée à supporter les pressions jusqu'à 20 m de hauteur d'eau ; c'est un tuyau dont l'épaisseur varie de 0,2 à 0,25; le treillis composant l'armature métallique est formé de mailles de 0,10 sur 0,11. Les directrices sont des fers ronds, dont le diamètre varie de 11 à 22,5 mm. Les génératrices sont également des fers ronds, dont le diamètre varie de 6 à 12 mm. Le tuyau repose sur un berceau de béton de 0,3 m d'épaisseur moyenne, reposant lui-même sur le gravier, de telle façon que ce tuyau soit enterré de 2 m.

Ce tuyau a été construit par la maison Rossignol et Delamarche, de Grenoble.

Le tuyau de tôle, qui fait suite au tuyau de ciment armé est composé de tôles d'acier doux, dont l'épaisseur varie de 7 à 15 mm; ces feuilles sont assemblées au moyen de rivets; le tuyau repose sur un berceau de béton de 50 cm d'épaisseur enterré dans le sol.

C'est la première fois qu'a été employée cette méthode de faire reposer une conduite de grand diamètre métallique sur un berceau en béton enterré dans le sol. Cette disposition présente cependant le très gros avantage d'empêcher la déformation du tuyau pendant l'opération délicate du remplissage et a donné d'excellents résultats. De plus, les conduites étant recouvertes d'une couche de terre et de gravier de 40 cm, les effets de dilatation ne sont plus à redouter.

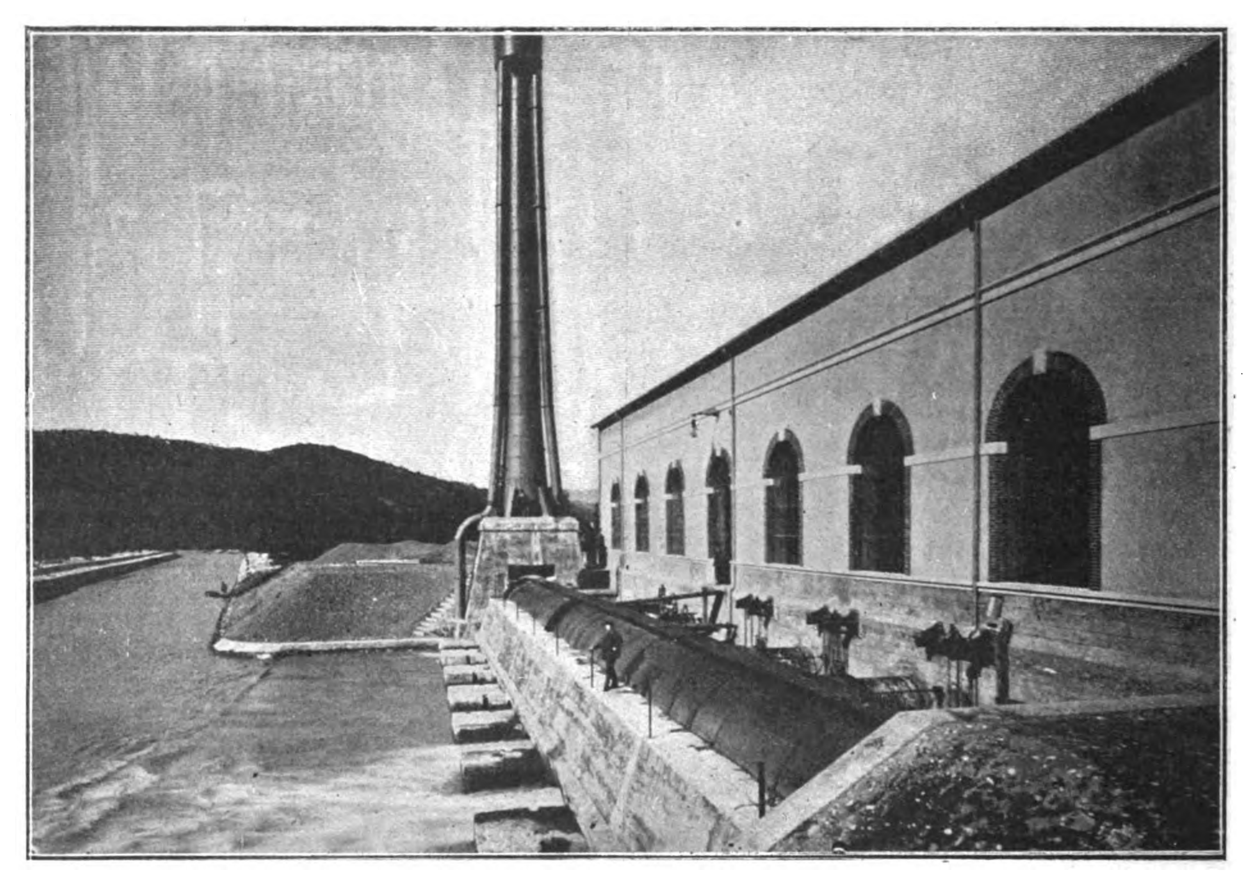


Fig. 1. — Usine de Champ, sur le Drac. Branchement des turbines (1000 poncelets sous 31 m de chute effective). Canal de fuite.

La masse d'eau en mouvement dans toute la longueur du tuyau étant de 40 000 m³ se déplaçant avec une vitesse de 2 m : s, il était nécessaire de prévoir des dispositions spéciales pour éviter les coups de bélier en cas d'arrêt brusque de l'usine. On a, à cet effet, installé sur le tuyau trois cheminées, dont deux en béton armé et une en tôle. Les cheminées en béton armé ont respectivement des hauteurs de 9 et 20 m. Celle de 9 m est située à 400 m de la chambre d'eau ; celle de 20 m est située au point d'union de la conduite en tôle et de la conduite en béton armé. Elle a 1,1 m de diamètre intérieur et porte, autour de son soubassement, un réservoir également en béton armé destiné à recevoir l'eau qui pourrait s'écouler le long de la dite cheminée.

La cheminée en tôle de 35 m de haut, 3,3 m de diamètre à la base et 1,40 m au sommet, est installée à l'extrémité du collecteur, dont elle est en réalité le prolongement; elle est reliée au collecteur au moyen d'un coude arrondi, et sa partie supérieure est à la cote 300,6 m. Cette cheminée est surmontée d'un réservoir également en tôle d'acier de 3 m de diamètre et de 2 m de haut, duquel partent trois tuyaux de 60 cm de diamètre, qui descendent à l'extérieur de la cheminée pour aboutir au canal de fuite. Ces tuyaux sont destinés à écouler l'eau qui pourrait monter dans le réservoir à la suite d'un coup de bélier (fig. 1).

Enfin, des vannes compensatrices, dont nous expliquerons plus loin le fonctionnement, et un amortisseur d'un type spécial empêchent la production de surpression dans la canalisation, ou tout au moins en diminuent l'importance.

Pour protéger la conduite contre les invasions du Drac, des épis de protection, des blocs de béton de grande dimension et des enrochements naturels ont été disposés aux points menacés, empêchant les affouillements du Drac de venir compromettre la solidité du tuyau.

La conduite en tôle a été construite partie par MM. Bouchayer et Viallet, partie par MM. Joya et Cie, ingénieurs-constructeurs à Grenoble.

La hauteur théorique de chute utilisée par la Société hydro-électrique de Fure et Morge est de 37,4 m, mesurée entre le couronnement du barrage de prise et le niveau supérieur de l'eau dans le canal de fuite. Les pertes de charge dues au passage de l'eau à travers les grilles, à sa circulation dans les tuyaux en ciment et en tôle et aux changements de direction, est d'environ 5,4 m, ce qui fait que la chute nette produisant réellement la force motrice à l'usine de Champ, est de 32 m; le débit utilisé étant de 17 m³ : s, la puissance hydraulique dans la capote des turbines est de 5440 poncelets (7200 chevaux).

USINE GÉNÉRATRICE

Bâtiments. — Le bâtiment de l'usine a une surface de 1000 m²; il est situé environ à 600 m du confluent du Drac et de la Romanche, à 13 km de la ville de Grenoble.

Éclairée par de grandes baies vitrées, la salle des machines a 44 m de long sur 12 m de large; un pont roulant capable de soulever un poids de 15 tonnes peut circuler sur toute la longueur de la salle, rendant très faciles les réparations et démontages du matériel. Dans le sous-sol, placée directement sous les alternateurs, se trouve la galerie des câbles reliant les alternateurs aux tableaux.

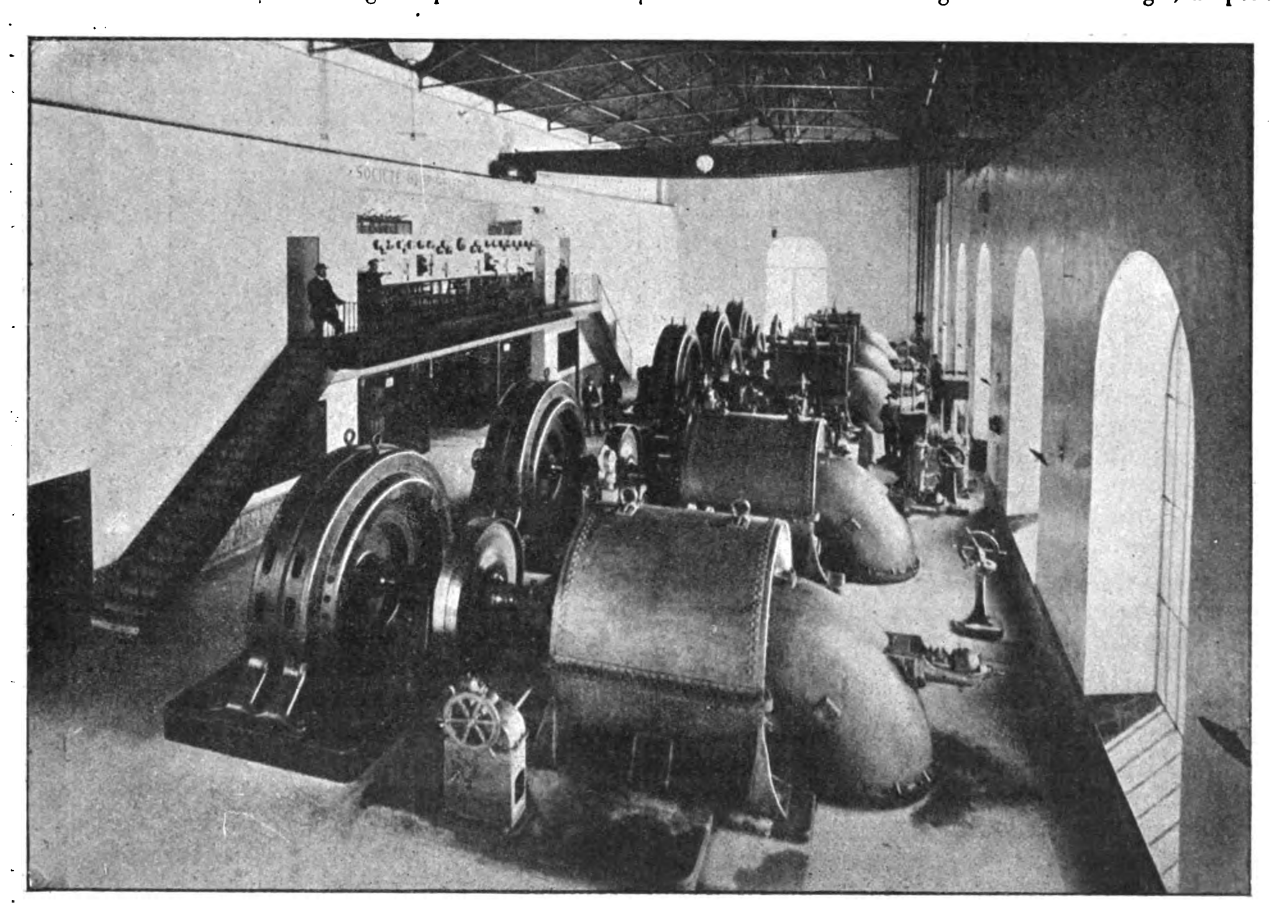


Fig. 2. — Usine de Champ, sur le Drac. Groupe électrogène de 1000 poncelets 300 tours par minute, 3000 volts, 50 périodes par seconde. Tableau de manœuvre.

En avant de la salle des machines et dans le sous-sol se trouve la salle des transformateurs munis d'une distribution d'eau sous pression pour le refroidissement du bain d'huile de ces appareils. Une voie ferrée située dans cette salle permet de transporter facilement les transformateurs dans l'atelier de réparation et de visite desservi par un pont roulant de 10 tonnes.

Au premier étage se trouvent : au centre, la salle des tableaux et parafoudres; à droite, les bureaux du chef d'usine, les téléphones et le magasin; à gauche, le logement du chef d'usine.

Toutes les fondations de ce bâtiment important sont

en béton de ciment reposant sur le gravier : 4800 m³ ont été employés dans ces fondations.

L'usine (fig. 2) contient actuellement cinq groupes de turbines-alternateurs de 1350 chevaux chacun, deux groupes turbines excitatrices de 150 chevaux chacun et une turbine de 5 chevaux destinée à alimenter les deux accumulateurs hydrauliques nécessaires à la manœuvre des régulateurs à servo-moteurs.

Turbines. — Les turbines, fournies par la maison *Neyret-Brenier*, de Grenoble, sont du type centripète avec distributeur à tiroir cylindrique : elles fonctionnent avec une aspiration de 5 m.

Elles sont reliées aux alternateurs par des manchons munis de taquets en caoutchouc travaillant à l'écrasement. Leur vitesse est de 300 tours à la minute, la quantité d'eau employée à pleine charge est d'environ 4 m³ à la seconde.

Trois des turbines sont munies de régulateurs automatiques à servo-moteurs et accouplées à des vannes compensatrices dont la disposition est telle que, lorsque le régulateur ferme le distributeur de la turbine, il ouvre d'une quantité équivalente les orifices de la vanne compensatrice, de sorte que la quantité d'eau employée par une turbine est théoriquement constante; les 4 m³ nécessaires à son fonctionnement à pleine charge passant, soit par les orifices du distributeur, soit par ceux de la vanne compensatrice. La vitesse de l'eau dans les tuyaux est donc sensiblement régulière et la production des coups de bélier à peu près supprimée.

Des robinets de purge, des manomètres placés aux divers points du collecteur donnent les indications intéressant la marche de l'usine.

Alternateurs. — Aux turbines sont accouplés, par l'intermédiaire de manchons élastiques, des alternateurs triphasés sortant des ateliers de la Société anonyme Brown, Boveri et Cie, de Baden.

Chacune des 5 génératrices actuellement installées est capable d'absorber en marche normale et continue les 1350 chevaux disponibles sur l'arbre de la turbine correspondante et de développer 950 kw en travaillant sur des circuits inductifs dont le déphasage correspond à un facteur de puissance égal à 0,8. Elles développent une force électromotrice de 3000 volts à la vitesse angulaire de 300 tours par minute avec une fréquence de 50 périodes par seconde. La tension est portée à 26 000 volts par des transformateurs élévateurs.

Le schéma général de distribution dans l'usine a été établi de telle sorte qu'un alternateur et le transformateur correspondant forment un groupe électrique généralement indivisible : c'est-à-dire qu'un alternateur quelconque ne peut pas, en général, travailler sur un quelconque des transformateurs. Cette disposition a été adoptée en vue de simplifier autant que possible les tableaux et connexions, ce qui est de la plus haute importance dans une usine à haute tension : elle ne présentait d'ailleurs aucun inconvénient pour l'usine de Fure et Morge, où l'on doit toujours disposer d'un groupe complet comme réserve.

Les alternateurs à 20 pôles (300 tours par minute, 50 périodes par seconde) ont leur inducteur tournant à l'intérieur de l'induit fixe. Ils sont à deux paliers et excités par du courant continu à 110 volts issu de groupes d'excitation indépendants. L'armature repose par l'intermédiaire de deux patins sur une base qui reçoit les deux paliers et qui sert de plaque de fondation. Les enroulements à haute tension sont passés dans des trous fermés, percés dans les tôles : ils sont isolés du fer par des tubes en micanite sans couture essayés avant emploi à une tension au moins double de la tension normale.

Chaque machine peut débiter par phase 223 ampères sous $\cos \varphi = 0,8$ et 180 ampères sous $\cos \varphi = 1$. Le diamètre d'alésage de l'armature est de 220 cm. Le diamètre extérieur de la génératrice est de 333 cm. Chaque machine pèse environ 30 000 kg.

Excitatrices. — Chacune des deux excitatrices accouplées à des turbines de 150 chevaux, peut développer 100 kw et fournir outre la puissance nécessaire à l'excitation des 5 alternateurs travaillant simultanément à pleine charge, l'énergie utilisée à l'éclairage des bâtiments de l'usine et du tableau. L'autre excitatrice sert de réserve.

Ces machines sont à 4 pôles et à induit en tambour avec enroulement fixé dans des rainures et préparé sur gabarits. Leur débit à pleine charge normale est de 870 ampères produits sous la tension de 115 volts pour une vitesse de 500 tours par minute. Les balais sont en charbon.

Transformateurs. — Chaque transformateur, d'une puissance de 1150 kilovoltampères, a son noyau formé de 3 colonnes de fer feuilleté réunies à leurs parties supérieure et inférieure par deux culasses rectilignes. Concentriquement à chaque colonne et à une distance convenable du fer sont disposées les bobines cylindriques à basse et à haute tension, séparées entre elles suivant le rayon par un cylindre vertical isolant.

Les deux séries de bobines sont elles-mêmes divisées en un certain nombre de bobines (6 pour la basse tension, 16 pour la haute tension) interchangeables et facilement remplaçables en cas d'accident à l'une d'elles.

L'ensemble précédent est noyé dans un bain d'huile contenu dans une cuve elliptique en tôle dont les dimensions intérieures sont, sur la plus grande partie de la hauteur, 75 et 184 cm. L'huile a pour but principal d'assurer par convection un meilleur refroidissement que l'air seul. Pour que ce refroidissement soit plus efficace, on a logé dans un renflement, à la partie supérieure de la caisse, un serpentin destiné à recevoir un courant d'eau.

La hauteur totale de la cuve est de 2,48 m (fig. 3).

Le poids de chaque transformateur plein d'huile n'est que de 9000 kg.

Les transformateurs ont été prévus de telle sorte qu'on puisse, par un simple changement de connexions exécutable au tableau, obtenir à volonté le rapport de transformation 3000/15 000 ou 3000/26 000 volts. Ils portent à cet effet 3 bornes à basse tension et 6 bornes à haute tension. Le primaire est en triangle; le secondaire est connecté : soit en triangle, si l'on veut disposer de 15 000 volts, soit en étoile, si l'on veut obtenir 26 000 volts entre fils de ligne.

Un des points des plus délicats de l'installation d'une usine à haute tension réside dans la difficulté d'assurer d'une façon absolue la sécurité de l'exploitation en même temps que celle du personnel préposé à la conduite de l'usine. Ces conditions de sécurité dépendent de la manière dont sont faits les isolements, et plus encore des dispositions générales adoptées pour les connexions et les appareils de manœuvre. La Société Brown, Boveri et Cie, qui avait de longue date l'expérience des très hautes tensions, a résolu le problème d'une façon intéressante, comme on pourra le voir par la suite.

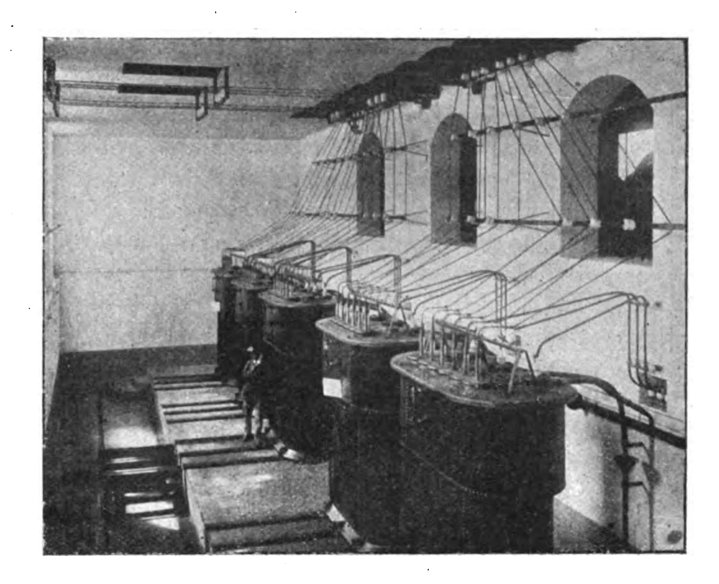


Fig. 3. — Batterie de transformateurs de 1150 kilovoltampères (3000 à 26 000 volts).

Tableau. — Le tableau est divisé en trois parties principales .

a. L'une, à partir de laquelle se font les manœuvres et qui porte les appareils de mesure, constitue le tableau proprement dit et est monté sur un balcon, dominant la salle des machines. Cette partie du tableau, accessible à tous, ne reçoit que des courants transformés à basse tension.

b. La seconde, où se trouvent disposés les interrupteurs à 3000 volts et les coupe-circuits, ainsi que les transformateurs de lecture, est située directement au-dessous de la première entre le sol de l'usine et le balcon, de manière à permettre la commande des interrupteurs à l'aide d'une transmission par chaîne, à partir du tableau *a*.

c. La troisième, montée en arrière du tableau principal et à l'étage du balcon, a reçu les interrupteurs à 26 000 volts, les coupe-circuits et en général tous les appareils ou organes soumis à la tension de la ligne.

a. Le tableau principal est constitué par onze panneaux dont chacun est affecté au service spécial d'un alternateur, d'une excitatrice ou d'un départ de lignes, et porte à cet effet les ampèremètres, voltmètres, lampes de phase et interrupteurs nécessaires.

En outre, un panneau central a reçu un voltmètre général et un volant pouvant servir à la commande générale simultanée de tous les rhéostats d'excitation, sur lesquels on peut agir également d'une façon individuelle et de chaque panneau.

Les plaques de marbre sont assujetties sur un échafaudage en fer, qui sert en même temps de support aux connexions et aux rhéostats des alternateurs et des excitatrices.

Chaque panneau d'alternateur porte un interrupteur d'excitation. En outre les deux panneaux d'excitatrices portent chacun un interrupteur unipolaire et un interrupteur automatique à minima, destiné à fonctionner lors de la substitution d'une excitatrice à l'autre pendant la marche de l'usine, et cela pour éviter le développement d'un courant de rupture trop intense si l'on coupait trop tôt le circuit d'une excitatrice alors qu'elle travaille encore en parallèle avec la seconde.

b. Les appareils recevant les courants à 3000 volts, interrupteurs à rupture dans l'huile à six couteaux, coupe-circuits, formés de fusibles enfermés dans des tubes amovibles en porcelaine, et transformateurs de courant et de voltmètres, sont protégés contre un accès involontaire et par conséquent dangereux, par des parois en tôle perforée, qui entourent les échafaudages : ils restent néanmoins facilement accessibles en cas de nécessité ou de visite par l'enlèvement de ces parois.

c. La troisième partie du tableau porte, dans neuf panneaux correspondant chacun à un transformateur et à un départ de ligne, les coupe-circuits à 26 000 volts séparés individuellement des voisins par des plaques de marbre, afin d'éviter un court-circuit par formation d'arc en cas de rupture d'un tube de porcelaine. En outre, des interrupteurs de secours unipolaires et à cornes, disposés sur chaque fil de phase, ont été prévus pour pouvoir isoler des barres collectrices le transformateur correspondant par une manœuvre plus rapide que celle de l'enlèvement des coupe-circuits.

Ces interrupteurs, commandés par groupe de trois, ne sont destinés à être manœuvrés que lorsque l'interrupteur de l'alternateur correspondant est déjà ouvert, c'est-à-dire seulement sous tension, et avec la seule charge correspondant au courant à vide du transformateur, courant de très faible intensité.

Les deux panneaux de départ de lignes contiennent, avec les interrupteurs à 26 000 volts (80 ampères) et les

coupe-circuits, les transformateurs de courant des ampèremètres.

Dans le panneau central est installé, sur le transformateur de lecture du voltmètre général, un indicateur de terre permettant de vérifier à chaque instant et à volonté

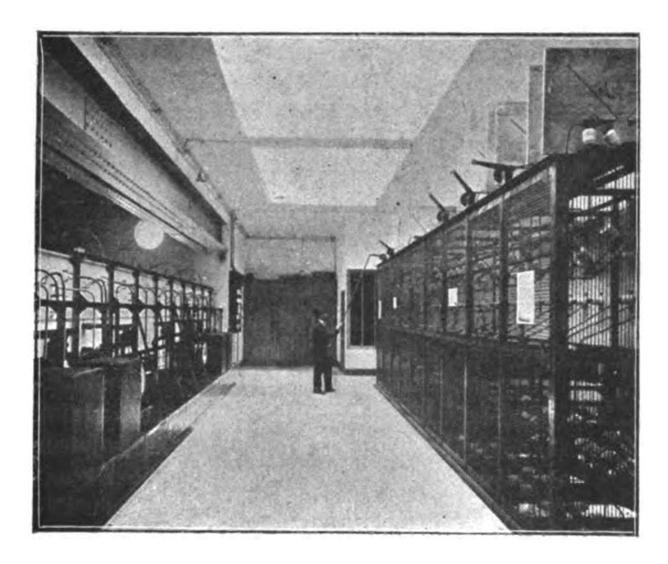


Fig. 4. — Usine de Champ.
Vue d'arrière du tableau de manœuvre à haute tension (26000 volts).

l'isolement du réseau, et en cas d'accident de savoir quel fil de phase est à la terre.

Connexions. — Si l'on en excepte les connexions entre les excitatrices et le tableau (870 ampères), et les barres collectrices à 26 000 volts (125 ampères) qui sont en cuivre nu, toutes les connexions entre les génératrices et le tableau, entre le tableau et les transformateurs, puis entre les transformateurs et les appareils à 26 000 volts, et de là aux sorties de lignes, sont en câbles à très fort isolement. Elles sont supportées en sous-sol, le long des parois de larges voûtes ménagées à cet effet, par des isolateurs à mâchoires fixés sur des ferrures. La disposition est telle que la visite de toutes les parties est des plus faciles et peut avoir lieu sans aucun danger.

Sorties de lignes. — La sortie des lignes se fait par six ouvertures ménagées dans le mur de l'usine et garnies de manchons en grès de fort diamètre, inclinés de l'intérieur vers l'extérieur. Concentriquement à ces manchons et portés par le fil isolé lui-même, des tubes en verre de petit diamètre empêchent la détérioration de l'isolant, à la traversée du mur, sous l'influence d'une cause extérieure.

La protection des machines et appareils de l'usine génératrice est assurée par des parafoudres montés en arrière du tableau dans l'intérieur du bâtiment et branchés en dérivation sur les sorties de lignes. Ces appareils sont unipolaires et à cornes. Pour éviter qu'ils ne fonctionnent à la tension de 26 000 volts, qui est celle d'exploitation, la distance entre les branches, au point où s'amorce l'arc est réglée à environ 25 mm. En cas de fonctionnement des parafoudres sous l'effet d'une décharge atmosphérique, le courant doit traverser deux fois cette couche d'air pour se propager d'un fil à l'autre en rencontrant d'ailleurs la terre sur son passage entre les deux parafoudres. Un coupe-circuit et une résistance liquide sont, en outre, interposés dans chaque ligne de terre pour diminuer encore les chances de court-circuit.

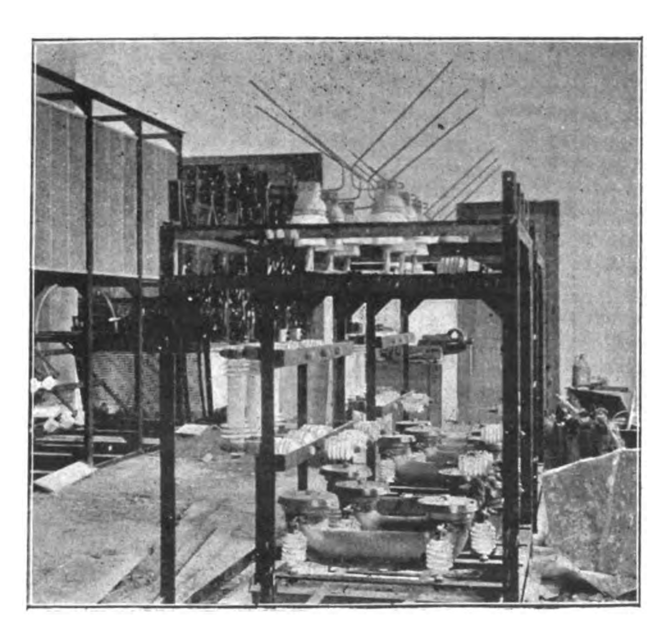


Fig. 5. — Partie supérieure du tableau de distribution.
Parafoudres avec résistances liquides et coupe-circuits, pratiquant les départs à 26000 volts.

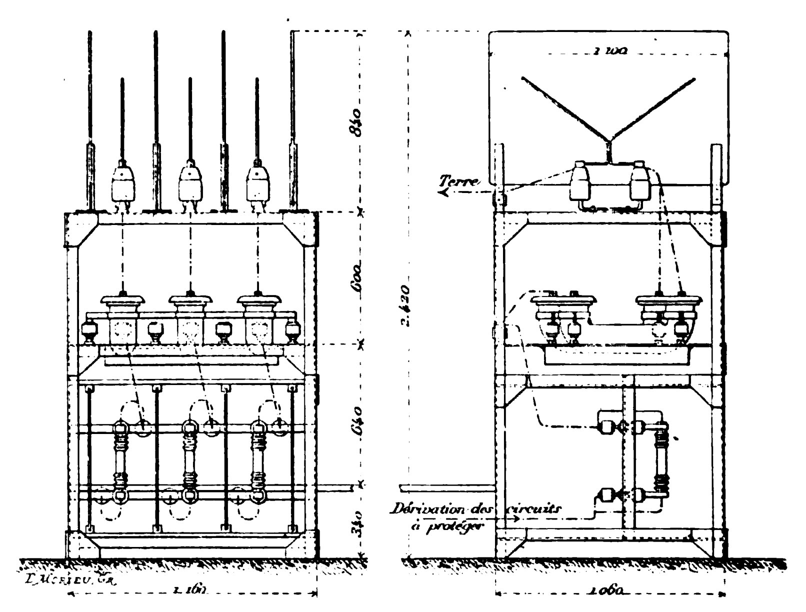


Fig. 6. — Ensemble d'un parafoudre pour courants triphasés à haute tension.

Par mesure supplémentaire de sécurité, des parafoudres Wurtz à rouleaux ont été ajoutés entre les transformateurs et les génératrices sur le circuit à 3000 volts, de

manière à assurer d'une façon plus certaine la protection des alternateurs en cas de non-fonctionnement des parafoudres à cornes.

Essais. — Des essais très complets ont été faits sur les machines, d'abord dans les ateliers des constructeurs, ensuite après montage. Nous donnons ci-dessous les

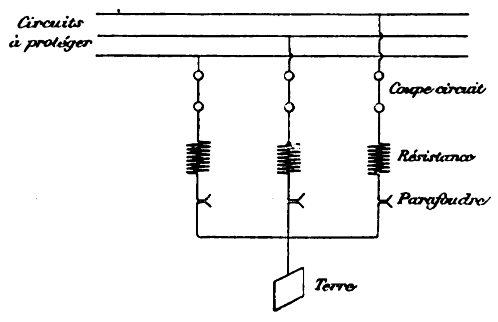


Fig. 7. — Couplage d'un système complet des parafoudres pour courants alternatifs triphasés à haute tension.

résultats des essais officiels de réception provisoire, faits à l'usine de Champ sur les génératrices et les transformateurs par les ingénieurs de la partie prenante et du constructeur.

I. *Alternateurs de* 1350 *chevaux*, 3000 *volts*, 300 *tours*, 50 *périodes* :

Rendement à pleine charge ($\cos \varphi = 1$) 180 ampères. .	94,5	pour 100.
Rendement à pleine charge ($\cos \varphi = 0,8$) 223 ampères.	93,8	—
Rendement à demi-charge ($\cos \varphi = 0,8$) 113 ampères. .	90,8	—

L'élévation de température après une marche ininterrompue à pleine charge pendant six heures consécutives a été trouvée de 35° C seulement.

Quant à la chute de tension entre la marche à vide et la marche à pleine charge et pour des facteurs de puissance variant de 1 à 0,7, elle a été trouvée de :

Pour $\cos \varphi = 1$.	4,7	pour 100.
Pour $\cos \varphi = 0,8$.	13	—
Pour $\cos \varphi = 0,7$.	15	—

L'isolement a été essayé en appliquant pendant 10 minutes entre les enroulements et la masse une tension de 6000 volts.

Enfin une vitesse de 515 tours par minute, atteinte par emballement en supprimant brusquement la charge totale d'un alternateur, ne donne lieu à aucun incident.

II. *Transformateurs triphasés* à trois colonnes dans l'huile avec refroidissement artificiel par circulation d'eau, 1150 *kilovoltampères*, 3000/26 000 *volts*.

Rendement à pleine charge de 925 kw ($\cos \varphi = 0,8$).	97,8	pour 100.
Rendement à demi-charge de 473 kw ($\cos \varphi = 0,8$).	97	—
Rendement à quart de charge de 233 kw ($\cos \varphi = 0,8$).	95	—

On déduit de courbes, relevées au cours des essais en pleine charge, qu'il suffit pour maintenir la température du bain d'huile à environ 44° C au-dessus de la température ambiante, de faire passer dans le serpentin 23 litres d'eau par minute, si la température de cette eau reste de 5° C à l'entrée et de 15° C à la sortie.

Ces mêmes courbes montrent que les transformateurs pourraient travailler pendant quatre à cinq heures consécutives sans circulation d'eau et sans dépasser l'élévation de température prévue, pour autant que la température initiale du bain d'huile soit d'environ 12° C.

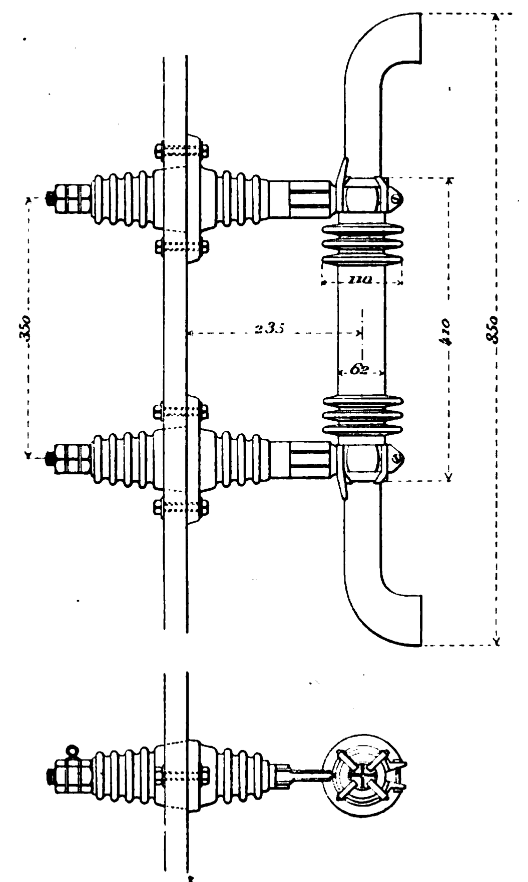


Fig. 8. — Coupe-circuits à haute tension (20 000 volts, 400 ampères).

La chute de tension entre la marche à vide et la marche à pleine charge a été trouvée pour ces appareils de :

Pour $\cos \varphi = 0,8$.	4,5	pour 100.
Pour $\cos \varphi = 1$	1	—

En ce qui concerne les isolements, ils ont été essayés en appliquant une tension de 50 à 60 000 volts entre l'enroulement à haute tension et la masse à laquelle était relié l'enroulement à basse tension. Ils ont pleinement résisté à ces essais.

Enfin les excitatrices de 100 kw ont accusé un rendement de :

92 pour 100 à pleine charge;

89 pour 100 à demi-charge.

On voit par ce qui précède combien les efforts des constructeurs ont été couronnés de succès et avec quelle confiance la Société exploitante a mis son usine en marche.

LIGNE A HAUTE TENSION

La plus grande partie de l'énergie disponible à l'usine de Champ est destinée à alimenter la région particulièrement industrielle du département de l'Isère, qui s'étend au nord-ouest de Grenoble, dans les vallées de la Morge et de la Fure : les principaux centres sont Moirans, Voiron, Rives, Charavines, Fures-Tullins.

Moirans se trouve à environ 35 km de l'usine génératrice. Voiron est à 6 km au delà dans la vallée de la Morge. Rives, à 7 km de Moirans, vers l'ouest, occupe le centre de la vallée de la Fure, entre Charavines et Tullins.

Le problème se posait d'avoir à transmettre 3500 kw environ à Moirans avec une perte en ligne admissible, puis de là 1300 kw environ à Voiron et 1600 environ à Rives, pour être distribués dans la vallée de la Fure.

Les calculs ont conduit à l'adoption de la tension de 26 000 volts qui, dans l'état actuel de l'industrie électrique, pouvait être atteinte sans difficulté et assurer une exploitation régulière tout en permettant d'effectuer le transport d'énergie dans de bonnes conditions avec un poids de cuivre relativement minime.

Une ligne de 6 fils de 7 mm de diamètre a en effet suffi jusqu'à Moirans, d'où partent des lignes à 3 fils dans les deux directions précitées. Les 6 fils de la ligne Champ-Moirans auraient pu en général être portés par un seul poteau en bois, mais le réseau de la Société grenobloise de Force et de Lumière, dont l'usine est en amont de Champ, sur le Drac, empruntant le même parcours entre Champ et Moirans, les deux Sociétés se sont entendues pour que leurs lignes aient des supports communs entre ces deux points.

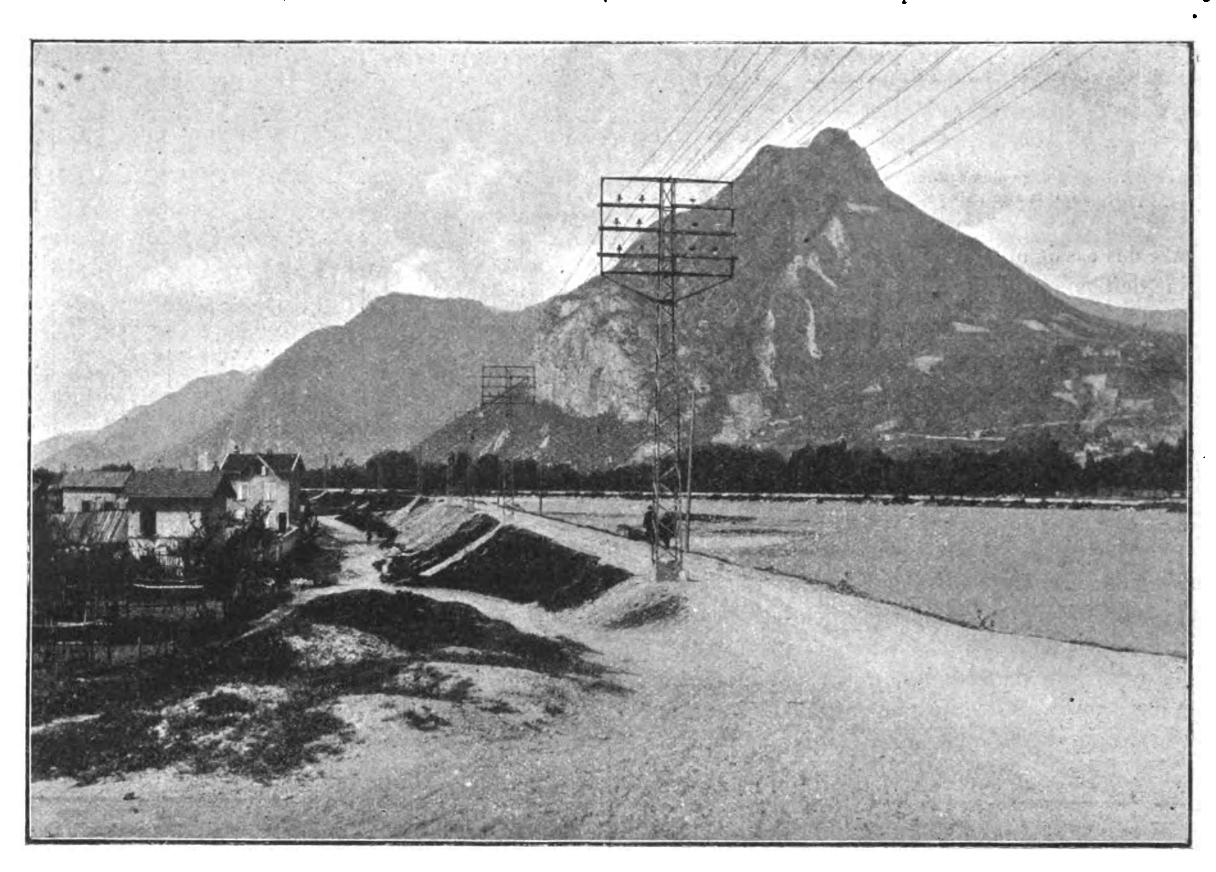


Fig. 9. — Vue d'ensemble de la ligne à haute tension.

On fut donc amené à choisir des poteaux en fer à treillis munis à partir de 8 m au-dessus du sol de larges lyres dans lesquelles les isolateurs pourraient être montés sur traverses.

Tracé. — Ces poteaux, généralement distants entre eux de 60 m, s'élèvent sur le bord de la route nationale entre Champ et Pont-de-Claix, puis sur la digue de la rive droite du Drac jusqu'à Grenoble, où la ligne franchit la rivière avec une portée de 150 m environ. Le tracé suit de là la rive gauche du Drac, puis celle de l'Isère après le confluent des deux rivières, et traverse cette dernière en face de Voreppe, pour regagner la route nationale jusqu'à Moirans.

C'est à Moirans, après la traversée du chemin de fer P.-L.-M., que les lignes de la Société grenobloise de Force et de Lumière se séparent de celles de la Société Hydro-électrique de Fure et Morge, tandis que celles-ci se bifurquent également pour gagner, d'une part Voiron en passant sur les propriétés des industriels de Saint-Jean-de-Moirans et de Paviot dont elles alimentent les usines,

d'autre part Rives, en suivant la route départementale.

A Rives, la ligne se bifurque à nouveau pour suivre la vallée de la Fure en amont jusqu'à Charavines, en aval jusqu'à Tullins, et desservir les nombreuses usines du parcours.

Poteaux. — Les poteaux en fer du tronçon Champ-Moirans ont été prévus pour pouvoir porter ultérieurement 20 fils au total; ils ont une hauteur de 13,6 m, et s'élèvent à 11,7 m au-dessus du sol. Ils ont à la base une section de 80 cm sur 80 cm.

Ils pénètrent dans le sol sur une profondeur de 1,9 m et y sont ancrés dans un massif en béton.

Les lyres qu'ils portent sont des cadres en fer profilés de 3,7 m de hauteur sur 3,4 m de largeur, dans l'intérieur desquels sont disposées de chaque côté du fût du poteau 5 traverses portant chacune 2 isolateurs, scellés sur ferrures droites.

La distance des isolateurs et celle des traverses sont choisies de telle façon, que les trois fils d'une même ligne passent par les sommets d'un triangle équilatéral de 70 cm de côté.

Les six fils de la Société Hydro-électrique de Fure et Morge sont séparés des autres par le fût du poteau qui est en outre muni, dans la direction de la ligne, d'écrans en treillage de fil de fer.

A partir de Moirans, les lignes sont portées par des poteaux en bois de 12 m de hauteur, enfouis dans le sol de 1,75 m. Ces supports reçoivent tantôt seulement 3 fils à haute tension, dont les isolateurs sont scellés sur

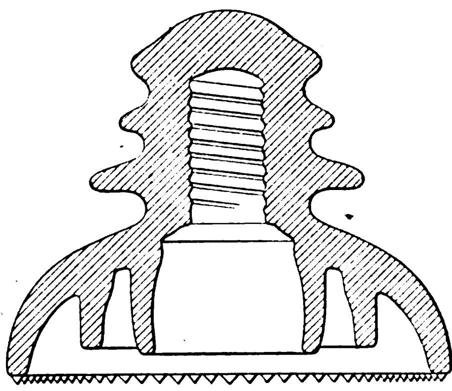


Fig. 10. — Isolateur à haute tension. Échelle : 1/3.

ferrures en col de cygne traversant le poteau de part en part; tantôt, dans le voisinage des postes de transformation, 6 fils, dont 3 à la tension primaire et 3 à la tension secondaire des transformateurs principaux.

La hauteur du point d'attache du fil le plus bas au-dessus du sol est de 7 m.

Des cadres de protection disposés sur chaque poteau sont destinés, en cas de rupture d'attache d'un fil, à l'empêcher de tomber à terre ou sur les fils entre lesquels règne une tension différente.

Isolateurs. — Le type d'isolateurs adopté après maints essais est un isolateur en verre en forme d'ombrelle d'une seule pièce, à triple cloche, de 175 mm environ d'ouverture, de 160 mm environ de hauteur, et ayant une ligne de fuite d'un développement considérable (fig. 10).

Chaque isolateur, préalablement fixé sur la ferrure, a été soumis avant son emploi à une tension triple de la tension normale de lignes appliquée entre le point d'attache du fil et la ferrure.

Postes de couplages. — Le fait d'avoir les lignes de deux Sociétés différentes sur les mêmes poteaux, les tensions adoptées devant être les mêmes, a donné l'idée de pouvoir se servir des unes comme de secours aux autres en cas de nécessité absolue ou de réparations à faire sur une section.

Il a été à cet effet prévu des postes de couplage en trois points du parcours commun. Des pièces de connexions amovibles permettent d'effectuer facilement les changements voulus. Des interrupteurs de secours et des parafoudres protègent les appareils du poste qui sont montés à l'air libre sur un plancher en fer porté par un échafaudage s'élevant au-dessus du sol jusqu'à la hauteur normale des fils de lignes.

POSTES DE TRANSFORMATION

Suivant que les industriels utilisant l'énergie ont pu sans inconvénient accepter pour l'alimentation de leurs moteurs la tension directe de 1000 volts ou ont désiré la basse tension, on a eu recours à la simple ou à la double transformation.

Le nombre des postes principaux a été réduit au minimum et, tout en tenant compte des besoins, on a ramené à trois les types différents des transformateurs ayant leur primaire à 26 000 volts, de manière à pouvoir se constituer plus facilement une réserve de matériel de rechange. C'est ainsi qu'il n'existe dans les 11 postes principaux que des transformateurs de 500, 300 et 150 kw.

Les rapports de transformation généralement adoptés sont 26 000/2000 volts ou 26 000/1000 volts. Cependant un transformateur de 150 kw abaisse directement la tension de 26 000 à 120 volts.

Les transformateurs de 500 et 300 kw sont à refroidissement artificiel par circulation d'eau. Ils sont construits comme ceux de l'usine génératrice et peuvent être alimentés à volonté à 26000 ou à 15000 volts, par un simple changement de connexions entre leurs six bornes primaires.

Chacun des postes ne comprend généralement qu'un seul transformateur; cependant le poste de 800 kw de Voiron en comprend deux, qui livrent pour la distributisn dans la ville l'un des courants à 2000 volts, l'autre des courants à 1000 volts.

Le primaire et le secondaire des transformateurs sont protégés par des coupe-circuits à poignées amovibles placés dans des loges de marbre ou d'ardoise, suivant la tension, et accessibles de l'extérieur du poste pour le personnel

du réseau en ouvrant des portes en fer munies de serrures spéciales. Des parafoudres ont été également disposés à l'entrée et à la sortie des lignes ; on a fait usage, pour la tension de 26 000 volts, de parafoudres à cornes munies de résistances liquides et montés sur poteaux extérieurement au poste ; pour la tension secondaire, de parafoudres Würts disposés à l'intérieur du poste.

Un interrupteur de secours aérien et à cornes est monté sur poteaux en avant de chaque poste sur les lignes à 26 000 volts.

Les transformateurs secondaires, tout en restant la propriété de la Société exploitante, sont placés chez l'abonné, autant que possible au voisinage du ou des moteurs qu'ils desservent. Ils sont de trois types diffé-

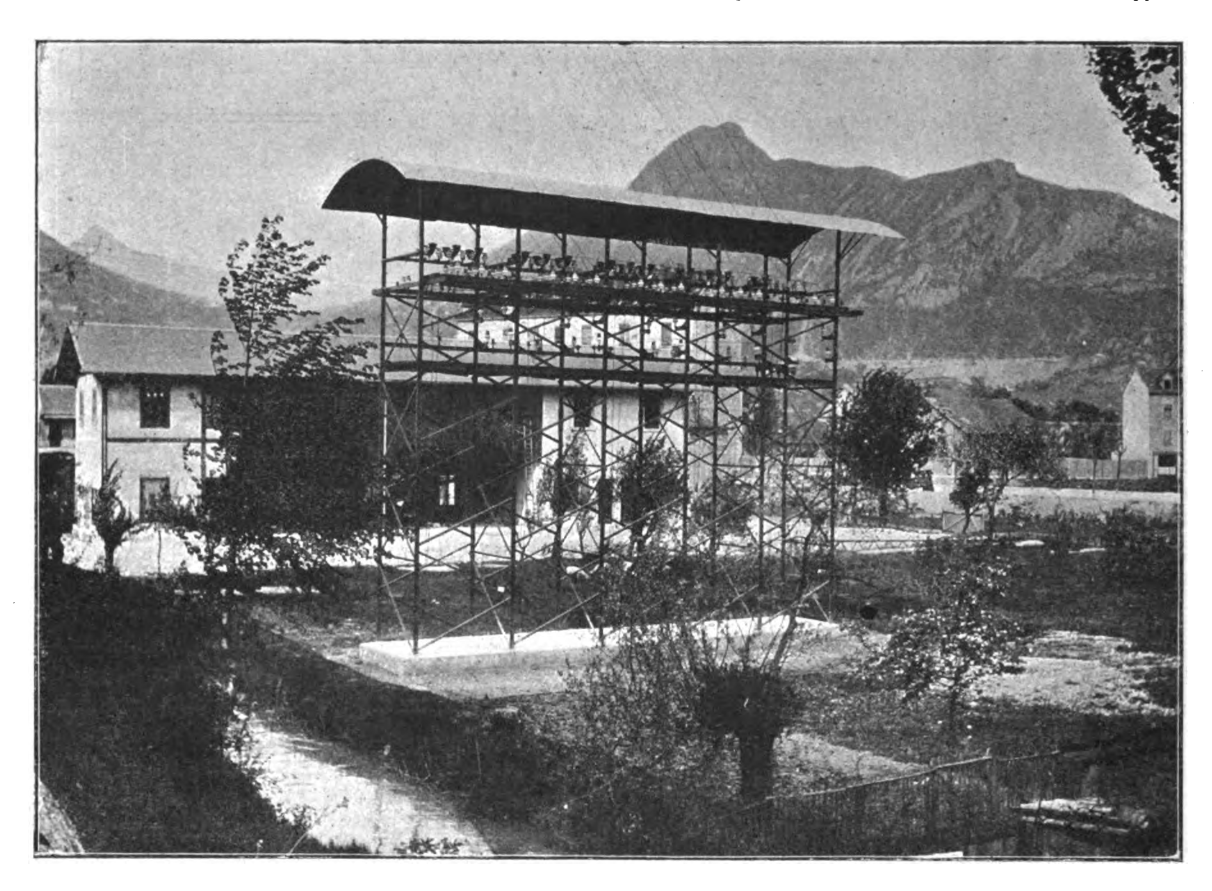


Fig. 11. — Poste de couplage de Grenoble pour les lignes primaires de la *Société hydro-électrique de Fure et Morge* et de la *Société grenobloise de Force et Lumière*.

rents comme puissance, soit 100, 50 et 30 kw ; ils sont tous à bain d'huile. Leur équipement se réduit à un jeu de coupe-circuits à haute tension.

UTILISATION DE L'ÉNERGIE

Toute l'énergie est louée en vue de production de force motrice. La Société n'a entrepris aucune installation d'éclairage, les centres traversés se trouvant déjà alimentés d'autres côtés par des sociétés ayant acquis des concessions d'assez longue durée.

Les industries de la région sont des plus diverses ; les principales sont des papeteries, des moulinages et tissages de soieries, des fabriques de toile, des taillanderies, huileries, soieries, etc.

La plupart d'entre elles exigent, pour leur fabrication, une vitesse très constante, malgré des variations de charge souvent très importantes et très brusques. L'emploi des moteurs asynchrones se présentait comme tout indiqué par l'avantage qu'ils présentent d'être particulièrement robustes, d'exiger peu d'entretien, de démarrer avec la plus grande facilité et de se prêter admirablement à la condition précitée, pourvu que la fréquence des courants d'alimentation soit maintenue constante à la station génératrice. Aussi ont-ils été uniquement adoptés à l'exclusion des moteurs synchrones qui fonctionnent sur un réseau voisin.

La plus grande généralité de ces moteurs (dont la puissance varie de 1 à 120 poncelets) attaquent par courroie des transmissions actionnées primitivement par des machines à vapeur ; ils sont alimentés sous l'une des trois tensions de 1000, 210 et 120 volts.

L'installation des moteurs à 1000 volts a été l'objet de soins tout spéciaux de la part de la *Compagnie Électro-mécanique* ; ces moteurs sont généralement placés dans des locaux spéciaux et secs. On peut les isoler de la ligne à 1000 volts à l'aide d'interrupteurs unipolaires (fig. 13).

Les appareils de ces moteurs ont été enfermés dans des cages grillagées sur le devant desquelles sont seulement accessibles la poignée de l'interrupteur, l'ampèremètre et le levier de commande de l'appareil de démarrage.

L'interrupteur est à contacts dans l'huile, les coupe-circuits à poignées amovibles et placés dans des loges d'ardoise; ceux-ci sont accessibles de la partie postérieure de la cage.

Les câbles reliant l'interrupteur au moteur et le moteur

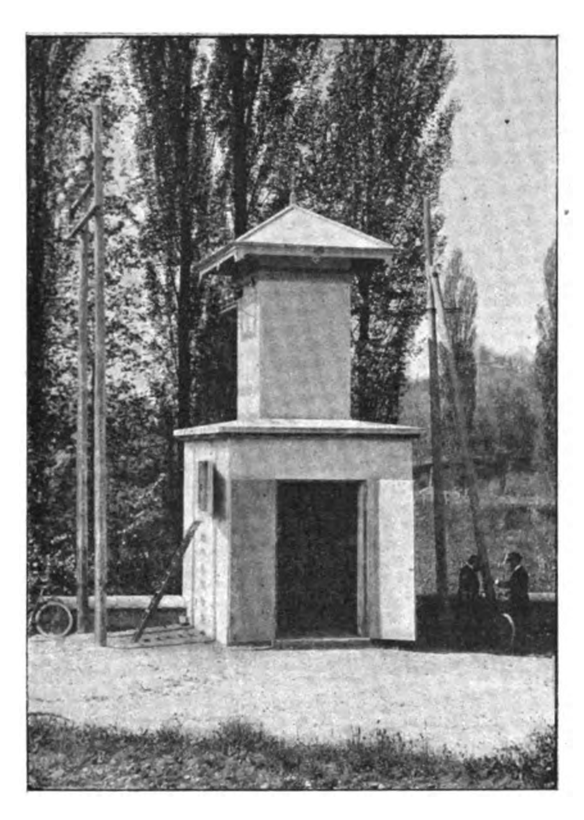


Fig. 12. — Extérieur d'une poste primaire à Moirans.

à l'appareil de démarrage sont fixés sur isolateurs en caniveau.

L'ensemble présente donc le maximum de sécurité pour le personnel.

Il est intéressant de savoir que la Société de Fure et Morge a imposé à ses abonnés, pour le choix de leurs moteurs, les conditions suivantes :

a. Tous les moteurs, à partir de la puissance de 5 chevaux, doivent être à induit enroulé et pourvus d'un appareil de démarrage.

b. Ces moteurs ne doivent pas absorber au démarrage un courant supérieur au courant normal de pleine charge.

c. Le facteur de puissance de ces moteurs doit être de 0,85 au minimum.

Prix du cheval-an. — La puissance est louée aux bornes secondaires des transformateurs en chevaux électriques de 736 watts.

Comme le but principal de l'installation était, avant tout, de pouvoir livrer l'énergie à bon marché, une entente spéciale était intervenue dès l'origine, d'une part entre les industriels de la région, qui se sont syndiqués et constitués en Société civile, d'autre part entre le Syndicat de ces industriels et la Société de Fure et Morge, qui abandonne son installation complète au bout de trente années aux locataires qui ont signé un abonnement de cette durée; grâce à cette entente, qui assure à la Société

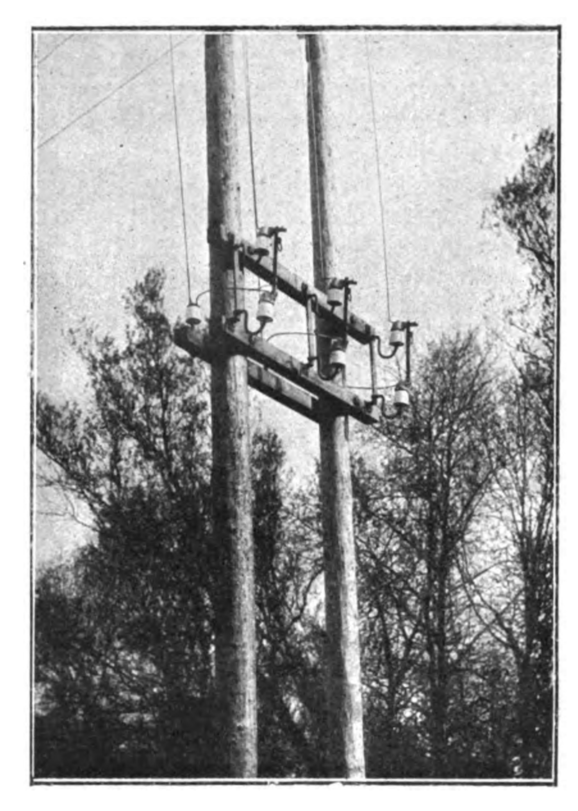


Fig. 13. — Groupe de trois interrupteurs unipolaires à 1000 volts pour isoler un moteur de 90 kilowatts.

des ressources annuelles fixes et importantes, les prix de location ont pu être fixés comme suit :

150 fr pour le cheval-an de 24 heures.
125 fr pour le cheval-an de 12 heures.

Ce tarif a permis aux industriels soit d'augmenter leur production pour un même coût de la force motrice, soit de réaliser des économies dans leurs frais généraux, le prix de production du cheval-vapeur oscillant, dans la région, entre 200 et 400 fr avec l'emploi du charbon.

MISE EN EXPLOITATION

La mise en exploitation a été précédée d'une période de mise au point de tous les détails, pendant laquelle on a procédé aux essais de la ligne par tronçons et au séchage des transformateurs.

Grâce à toutes les précautions préalablement prises, l'ensemble du réseau a pu être livré à l'exploitation sans

à-coup et est resté en service industriel normal depuis le 1er mars 1902.

L'installation de ce grand transport d'énergie, aussi intéressant dans sa partie hydraulique que dans sa partie électrique, fait honneur à tous ceux qui l'ont menée à bien.

Pratiquement, elle a eu pour effet d'augmenter la prospérité de la région si industrielle que les débits trop irréguliers des ruisseaux de Fure et de Morge laissaient trop souvent à la merci des prix élevés du charbon.

Dans le domaine de l'électricité, elle marque un progrès dans la technique de cette science par la sécurité qu'elle offre dans toutes ses parties, grâce aux dispositions adoptées, et bien que la tension atteinte soit la plus haute actuellement en usage en Europe.

Enfin, elle est un exemple de plus de ce qu'on peut tirer des ressources hydrauliques d'une contrée et un encouragement pour les fervents organisateurs de l'aménagement des nombreuses et puissantes chutes d'eau du pays de la « houille blanche ». A. Z.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les chemins de fer électriques de Londres. — Ces derniers jours des événements nouveaux se sont déroulés relativement aux chemins de fer électriques souterrains, que certains financiers américains proposent pour le bien (c'est vraiment charitable de le penser) des habitants de Londres. Pour l'intelligence de ce qui va suivre, il faut dire qu'il y a une grande Compagnie de tramways appelée la *London United Tramways Limited*, qui exploite le quartier ouest de Londres, et dont le terminus est précisément là où le chemin de fer électrique de Londres se termine.

La Central London Railway Co a déposé un bill au Parlement l'année dernière pour obtenir de faire décrire une courbe à leur ligne au terminus ouest et revenir à la Cité par une route parallèle. Ce bill fut rejeté parce que d'autres intérêts étaient en jeu. Ces intérêts étaient représentés par la transformation du District Railway, dirigée par l'Américain M. Yerkes, qui proposa d'exploiter un chemin de fer de l'ouest, lequel devrait s'unir au District Railway près de la Cité; il y eut aussi un projet présenté par M. Pierpont Morgan pour un chemin de fer de Hyde Park (c'est-à-dire du milieu de Londres) jusqu'aux faubourgs du nord-est. M. Morgan s'était entendu avec la *London United Tramways Limited* afin de proposer un bill pour un chemin de fer réunissant le terminus de cette Compagnie dans l'ouest avec son propre chemin de fer au nord-est. Ainsi ces deux financiers américains se trouvaient en concurrence l'un avec l'autre pour leurs chemins de fer parallèles.

Le bill de M. Yerkes fut rejeté parce que celui de M. Morgan paraissait être le plus perfectionné. Il y a quelques jours, tandis que le bill de M. Morgan était examiné par la Commission spéciale de la Chambre des Communes, il transpira soudainement que les London United Tramways avaient, sur ces entrefaites, vendu leur ligne proposée de l'ouest à l'est à M. Yerkes, et ainsi le bill de M. Morgan fut rejeté. L'affaire entière a bien dégoûté les habitants de Londres, car ils en ont conclu qu'ils ne retireront pas de profit de ces luttes de financiers américains. A la Chambre des Communes on a fait des efforts pour renvoyer de nouveau le bill de M. Morgan à la Commission, mais il y eut un fort sentiment contraire, et ainsi on l'a abandonné.

Le bill de M. Yerkes est donc revenu devant le Parlement ; mais sur ces entrefaites le London County Council a pris partie dans la concurrence et a annoncé son intention de déposer un bill pour acquérir le droit de construire le chemin de fer de l'ouest à l'est, qui est tant désiré. Comme on s'attend aussi à ce que le Central London Railway introduise un projet nouveau, on espère avoir une concurrence acharnée, et on pense qu'à la fin le Parlement verra que le public récoltera les fruits de toutes ces rivalités.

Les chemins de fer électriques. — On se souvient peut-être qu'on construit un chemin de fer électrique monorail entre Liverpool et Manchester, sur une route traversée par trois autres Compagnies, c'est-à-dire le London and North Western, le Lancashire and Yorkshire, et le Cheshire.

Ces trois lignes se trouvent entre Liverpool et Southport, sur un parcours dont le trafic est très chargé. La Lancashire and Yorkshire Railway Co s'est maintenant décidée d'introduire la traction électrique sur cette partie de sa ligne, de sorte qu'elle sera la première.

La ligne a une longueur de 30 km et on espère finir le travail en neuf mois. Ce court espace de temps tient à ce qu'on a conduit les études tranquillement et que l'on a soigneusement examiné tous les projets. La Compagnie construira dans ses propres usines tout le matériel roulant et transformera la voie permanente, de sorte qu'il ne restera à construire que les générateurs et les divers équipements pendant le temps mentionné. Le chemin de fer sera exploité sur le principe du troisième rail.

Les tramways municipaux de Liverpool. — Cette grande entreprise municipale, qui est la plus grande du royaume, continue à faire des progrès. Au cours d'un rapport publié il y a quelques jours, le Président de la Commission dit que pendant les neuf mois de l'année courante il y avait eu un surcroît de 9 pour 100 dans le trafic des voyageurs en comparaison avec la période correspondante de l'année dernière, et si on prenait les chiffres en comparaison avec une période pareille en 1897, l'augmentation avait été :

	1897.	1902.
Voyageurs.	29 000 000	82 000 000
Parcours, en km	7 200 000	14 400 000
Recettes, en fr.	5 500 000	9 500 000



La distance moyenne parcourue par voyageur est actuellement 3,7 km.

Depuis l'année dernière on avait augmenté le nombre des voitures de 365 à 401, et chaque jour elles font 394 courses. Sur ce nombre on a installé 40 voitures avec des impériales couvertes pour le mauvais temps.

Ces chiffres sont très intéressants, mais il faut dire que Liverpool est unique au point de vue des recettes, car la cité est construite sur des collines avec une pente rapide; les maisons forment un demi-cercle qui a son diamètre sur le fleuve, le centre est presque au niveau de l'eau et forme le quartier commerçant de la cité.

Ainsi presque tous les tramways rayonnent de ce point, et il faut qu'ils montent quelques centaines de mètres avant de gagner les faubourgs. Naturellement ils sont très utilisés par les habitants.

L'Institution of Electrical Engineers. — La réunion d'inauguration de la nouvelle session de cette Société est fixée au 13 courant; on y nommera les prix pour les Communications écrites pendant la session de 1901-1902, et le Président, M. James Swinburne, lira son discours présidentiel.

Récemment l'Institution a envoyé des circulaires à tous les Conseils municipaux, traitant de la question des ingénieurs-conseils.

On a senti depuis longtemps qu'une sorte d'action était nécessaire, mais on trouve que le Conseil a exagéré un peu la nécessité des réglements qu'il a présentés. Naturellement on ne peut pas attendre que les Conseillers municipaux puissent connaître tout à fait le pour et le contre; mais il est devenu ordinaire pour les ingénieurs-électriciens-conseils qui commencent leur carrière, ou qui ne font pas beaucoup d'affaires, de s'annoncer dans les journaux, de s'achalander ou de prendre des commissions et de demander des rabais pour leurs clients. Maintenant on veut interdire tout procédé de ce genre, et les Conseils municipaux n'emploieraient que les ingénieurs qu'ils connaissent par leur prestige. Ceci est un peu dur pour celui qui débute, car on se demande comment il pourra jamais obtenir de clients si on ne lui permet pas de chercher du travail. Aussi dit-on que ceux dont la renommée est déjà un fait accompli ne sont peut-être pas tout à fait responsables quant au dispositif de ces nouveaux règlements.

L'énergie électrique dans le pays de Galles. — Comme nous l'avons déjà mentionné, la *South Wales Electrical Power Distribution C°* a obtenu l'autorisation parlementaire pour établir trois stations centrales dans son ressort. Au commencement de cette année, cependant, on a trouvé que celles-ci ne suffiraient pas à cause de la grande demande de diverses mines houillères, qui devraient attendre si on ne pouvait pas trouver quelque autre moyen pour leur fournir l'énergie électrique.

Pendant la dernière session du Parlement cette grande Société anonyme avait obtenu l'autorisation d'ériger des stations de production partout à son aise. Sur ces entrefaites on construit des sous-stations et on installe des machines provisoires en divers endroits, jusqu'à ce que les stations soient munies de convertisseurs rotatifs ordinaires et de transformateurs. Ainsi on fournira presque tout de suite aux houillères l'énergie et lorsque les trois premières stations seront finies, elles contiendront des machines de plus de 100 000 chevaux; cette énergie sera distribuée sur une aire de 2700 km² à haute tension.

C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 29 septembre 1902.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

Séance du 6 octobre 1902.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

Séance du 13 octobre 1902.

La déviation magnétique et électrique des rayons Becquerel et la masse électromagnétique des électrons. — Note de M. W. Koffmann, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Séance du 21 octobre 1901.

Sur les paramètres élastiques des fils de soie. — Note de M. F. Beaulard, présentée par M. Lippmann. — Malgré l'emploi fréquent des fils de soie dans les suspensions bifilaires, les paramètres élastiques de cette substance n'ont jamais été déterminés, à ma connaissance du moins, et, comme la valeur numérique du module d'Young est nécessaire pour effectuer la correction de rigidité, j'ai été amené, en vue de cette correction, à effectuer la détermination des coefficients d'élasticité des fils de soie.

Soient :

C le moment du couple de torsion; μ le coefficient de Coulomb, c'est-à-dire l'expression numérique d'un couple capable de tordre d'un radian un cylindre de 1 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur; α l'allongement de l'unité de longueur d'un fil de section unité, sous l'unité de charge; $E = \frac{1}{\alpha}$ le module d'élasticité de traction; φ le module d'élasticité de torsion, ou

coefficient de rigidité ; β la contraction latérale, c'est-à-dire la diminution de l'unité de longueur dans le sens transversal ; $\sigma = \frac{\beta}{\alpha}$ le coefficient de Poisson.

Entre ces quantités on a les relations suivantes :

$$\mu = \frac{Cl}{d^4}, \quad \varphi = \frac{32}{\pi}\mu, \quad 1 + \sigma = \frac{1}{2\alpha\varphi}, \quad \beta = \sigma\alpha.$$

L'expérience permet de déterminer C par la méthode des oscillations, et α par la mesure des allongements sous des charges données ; et, par suite, de calculer μ, φ, σ et β. J'ai opéré avec un fil formé de 20 brins tirés d'un même écheveau de soie écrue et trouvé $C = 0{,}164$ et $\varphi = 1{,}288 \,.\, 10^{10}$; mais la détermination de E présente quelques particularités intéressantes, qui font l'objet de cette note.

On constate, en effet, qu'il n'y a pas, à proprement parler, de coefficient d'élasticité de traction E, diminuant quand la charge augmente ; on constate également que β diminue très rapidement, pour atteindre une valeur constante dès que la charge atteint quelques grammes ; cela résulte du tableau suivant, extrait d'un tableau plus étendu :

$F = 40$ g	$E = 13{,}17 \,.\, 10^{10}$	$\sigma = 302$	$\beta = 3{,}81 \,.\, 10^{-9}$
120	7,99	301	3,81
200	5,25	199	3,80
280	3,74	129	3,46

On vérifie en outre que, par le retour à une charge nulle, le fil ne reprend pas sa longueur primitive L_0 ; il y a un allongement résiduel $L'_0 - L_0$ qui peut atteindre le $\frac{1}{40}$ de la longueur initiale.

Si l'on répète une deuxième série de mesures, sur le même fil, on constate que les variations de E sont déjà moins marquées, et que l'allongement résiduel $L''_0 - L'_0$ est moindre que dans le premier cas ; on trouve, par exemple,

$F = 40$ g	$E = 2{,}008 \,.\, 10^{10}$	$\sigma = 76$	$\beta = 3{,}77 \,.\, 10^{-9}$
80	2,008	76	3,77
120	2,092	79	3,77
160	1,951	73	3,73
200	1,626	70	3,76

Ce résultat permet déjà de penser que le fil de soie est affecté d'hystérésis et susceptible par suite de déformations permanentes, conformément aux idées développées à ce sujet par M. P. Duhem (1) et vérifiées par M. E. Lenoble (2) pour les fils métalliques. C'est ainsi que j'ai été amené à soumettre le fil à des variations cycliques, par charges croissantes et décroissantes, de façon à revenir à une charge nulle, pour recommencer ensuite un deuxième cycle, etc.

Si la durée d'action de la charge est courte, il arrive que le fil continue à s'allonger sous une charge moindre que la charge maxima, mais voisine de celle-ci ; pour éviter cette complication, dans les expériences qui suivent, la durée d'action a toujours été suffisante pour que l'état permanent correspondant à une charge donnée soit atteint $\left(\text{à } \frac{1}{20} \text{ de millimètre près}\right)$; si l'on porte en abscisses les charges et en ordonnées les longueurs du fil, on constate : 1° que la première courbe descendante du premier cycle coupe en un seul point la courbe ascendante du deuxième cycle ; 2° qu'à chaque cycle l'allongement résiduel $L'_0 - L_0$ diminue et tend vers une valeur nulle ; 3° que, dès le troisième ou quatrième cycle, ascendantes et descendantes sont linéaires et se superposent ; dans ces conditions, et lorsque le fil a atteint cet état pseudo-limite, E a une valeur constante, indépendante de la charge ; le calcul donne les résultats suivants :

$$E = 2{,}52 \,.\, 10^{10}, \quad \sigma = 95, \quad \beta = 3{,}78 \,.\, 10^{-9}.$$

Après un long repos (2 mois) le même fil donne, pour le troisième cycle :

$F = 40$ g	$E = 2{,}23 \,.\, 10^{10}$	$\sigma = 86$	$\beta = 3{,}86 \,.\, 10^{-9}$
80	2,23	88	3,87
100	2,06	80	3,86
120	2,03	78	3,86

c'est-à-dire en moyenne :

$$E = 2{,}15 \,.\, 10^{10}, \quad \sigma = 83, \quad \beta = 3{,}86 \,.\, 10^{-9}.$$

En adoptant la valeur $E = 2{,}52 \,.\, 10^{10}$ et appliquant la formule de correction de Kohlrausch, pour tenir compte de la raideur du fil, qui agit sur le bifilaire comme si les fils étaient raccourcis de δ, on trouve $\delta = 0{,}443$ cm pour une suspension de longueur égale à 87 cm. La correction atteint donc seulement 0,5 pour 100, à peu près.

(1) P. Duhem, *Société des sciences phys. et nat. de Bordeaux*, 18 mai 1899.

(2) E. Lenoble, *Sur les déformations permanentes des fils métalliques*. Thèse de Bordeaux, 1900.

Lames minces métalliques obtenues par projection cathodique. — Note de M. L. Houllevigue, présentée par M. Mascart. — On sait que, lorsqu'on produit l'effluve dans un gaz raréfié, la substance de la cathode est projetée en tous sens dans l'espace environnant ; cette propriété a déjà été utilisée en Amérique pour obtenir des miroirs et des résistances de platine. J'ai constaté qu'elle permet de déposer sur un support quelconque (verre, fibre, lame métallique, etc.) des couches minces adhérentes des métaux suivants : platine, palladium, fer, nickel, cobalt, cuivre, bismuth ; les autres métaux, qui n'ont pas encore été essayés, se prêteraient vraisemblablement à l'application du même procédé ; seul, le charbon n'a donné, après sept jours d'essais, aucun dépôt visible.

Les pellicules déposées sur verre sont les plus intéressantes à étudier.

Pour les obtenir, on place la lame de verre à métalliser, de 20 cm² environ dans mes expériences, sur une large anode horizontale en aluminium : à 12 ou 15 mm au-dessus se trouve une lame horizontale du métal à déposer, qui constitue la cathode, et le tout est placé dans un récipient où le vide est fait à la trompe jusqu'à quelques centièmes de millimètre. Le flux est fourni par le secondaire d'une bobine Ruhmkorff (type Ducretet à interrupteur indépendant) ; alors l'espace sombre de Hittorff qui entoure la cathode vient à peu près au contact de la lame de verre à métalliser.

Le flux électrique commence par purger la cathode des gaz occlus; cette première période est particulièrement longue avec le platine et surtout avec le palladium; lorsqu'elle est terminée, la substance propre de la cathode est projetée à son tour et va se fixer, partie sur la lame de verre placée en regard, partie sur l'anode métallique. Quand le dépôt est jugé d'épaisseur convenable, on arrête l'opération, on laisse refroidir l'appareil, on fait rentrer l'air et l'on retire la lame métallisée.

Les dépôts obtenus peuvent présenter tous les degrés de transparence ou d'opacité, suivant la durée de l'opération (quelques heures ou plusieurs journées); leur épaisseur n'est pas rigoureusement uniforme et, avec le dispositif employé, s'est montrée plus faible au centre et suivant les diagonales de la lame. Ils présentent (surtout les dépôts de cuivre) les irisations des lames minces; leur pouvoir réflecteur est considérable, et ils sont assez adhérents pour pouvoir être essuyés avec un blaireau ou du papier de soie.

J'ai pu faire avec les pellicules ainsi obtenues les essais suivants :

1° Une lame de bismuth préparée par ce procédé, et placée normalement dans un champ magnétique égal à 2250 gauss, n'a éprouvé aucune variation dans sa résistance électrique, égale à 26ω,90. M. Leduc avait observé déjà que le bismuth est d'autant plus sensible au magnétisme, que sa texture cristalline est plus accusée. Or, il semble bien que le bismuth obtenu par projection cathodique soit complètement amorphe; des essais pour lui donner le grain cristallin par recuit à 350° ont échoué, le métal ayant été altéré par cette opération.

Les lames transparentes de fer, placées normalement au champ d'un électro-aimant de Ruhmkorff, permettent de constater aisément l'existence du pouvoir rotatoire magnétique : une variation de champ égale à 12 250 gauss a produit une rotation positive égale à 1°18′, déduction faite de la rotation due à la lame de verre qui sert de support.

En revanche, je n'ai pas encore réussi à observer sur le même métal, placé parallèlement au champ magnétique, l'existence de la double réfraction signalée par Righi; le dispositif employé pour cet essai était celui du polariscope de Bravais à teinte sensible, avec interposition d'une lame demi-onde sur une des moitiés du champ.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 5 novembre 1902

La séance est ouverte à 8h 45m sous la présidence de M. Harlé. Après une courte allocution du président au sujet du Congrès de la Houille blanche, M. Harlé propose de transmettre les remerciements de la Société aux organisateurs du Congrès. Cette proposition est adoptée par acclamation.

L'ordre du jour appelle ensuite la communication de M. Janet sur les **Applications de la méthode de la boucle à la recherche des défauts sur les réseaux triphasés** par M. Iliovici. La recherche a porté sur une ligne souterraine à trois fils de 6 km de longueur; deux câbles étaient intacts, le troisième présentait un contact à la terre d'une résistance de 30 ohms environ en un certain point qu'il s'agissait de localiser. Les trois câbles ont été utilisés, ils ont servi à former les branches d'un pont de Wheatstone dont le contact à la terre était un des sommets. On a pu aisément déterminer la position de ce point, puisque l'on connaissait la résistance des deux parties de câble situées de part et d'autre du sommet du pont.

M. de Marchéna développe ensuite devant la Société son **Nouveau procédé de réglage simultané de tous les moteurs actionnant des alternateurs en parallèle.** On sait que, dans le fonctionnement en parallèle des alternateurs, les régulateurs jouent un rôle prépondérant; on sait également que les volants rendent l'écart angulaire assez faible s'ils sont assez lourds; cependant il ne faut pas que leur période d'oscillation propre puisse concorder avec celle due aux impulsions motrices, ces cas de résonance sont désastreux et rendent le plus souvent le couplage impossible. M. de Marchéna pense qu'il n'y a pas avantage à augmenter outre mesure la masse du volant, le régulateur seul par son action opportune peut améliorer la marche, surtout si son rôle et son mécanisme sont convenablement étudiés.

M. de Marchéna, entrant ensuite dans des considérations d'ordre mécanique qu'il serait trop long d'analyser ici, examine les lois qui régissent le fonctionnement des régulateurs.

M. de Marchéna étudie : 1° les oscillations propres du régulateur; 2° les oscillations du système avec régulateur et volant, et 3° les oscillations du même système avec l'alternateur; il en conclut que le volant doit être plus paresseux que le régulateur.

Le système de M. de Marchéna, qui résulte de toutes ces considérations, consiste à actionner le régulateur, non plus par la machine à vapeur même, mais par un moteur d'induction branché sur le réseau et qui agit seulement lorsque la fréquence du réseau change.

M. de Marchéna a employé tout d'abord un moteur de 800 watts pour régler une turbine de 1000 chevaux, il a eu des pompages très grands dus au glissement du moteur. Avec un moteur plus puissant, les pompages ont disparu.

M. le Président remercie M. de Marchéna de son intéressante communication, et donne la parole à M. Armagnat qui traite avec la compétence que l'on sait des **Mesures magnétiques industrielles.**

M. Armagnat montre d'abord les grandes différences qui existent entre les mesures magnétiques et électriques, différences qui sont les suivantes : 1° Les résultats des mesures pour un fer déterminé dépendent surtout des états antérieurs magnétiques ou physiques par lesquels ce corps est passé;

2° Les différents facteurs magnétiques n'ont pas entre eux des relations mathématiques connues;

3° On n'a pas pour le flux magnétique comme pour le courant électrique, des isolants.

Après avoir rappelé les définitions de l'induction ℬ, du champ ℋ et de la perméabilité, M. Armagnat passe en revue les principaux appareils employés pour les mesures magnétiques.

La séance est levée à 11h 15m. A. S.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

319 564. — **Société Ozon-Maatschappy (système A. Vosmaer).** — *Disposition pour favoriser les décharges obscures dans les appareils ozoniseurs* (13 mars 1902).

319 570. — **Beau.** — *Panneaux velums et autres surfaces souples ou tendues à effets décoratifs lumineux* (13 mars 1902).

319 690. — **Rignon et Eisenmann.** — *Lampe à arc à combustion lente dont les charbons sont inclinés l'un par rapport à l'autre* (17 mars 1902).

319 844. — **Société the American Machine Telephone Company Limited.** — *Perfectionnements dans les téléphones* (22 mars 1902).

319 863. — **Faller et Chisholm.** — *Système automatique d'intercommunications téléphoniques* (22 mars 1902).

319 950. — **Houbigant.** — *Appareil téléphonique à microphone à balancier* (26 mars 1902).

319 788. — **Delafon.** — *Système de pile hermétique à liquide immobilisé* (20 mars 1902).

319 883. — **M. Meylan et la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Perfectionnements aux shunts destinés à fonctionner avec les ampères-mètres, les compteurs, etc.* (24 mars 1902).

319 946. — **Baldensperger.** — *Appareil pour la fermeture et l'ouverture automatique de circuits électriques* (25 mars 1902).

319 834. — **Société Ch. Mildé et fils.** — *Appareil de minuterie* (22 mars 1902).

319 893. — **Hopfelt.** — *Procédé pour former les électrodes de lampes à arc* (24 mars 1902).

319 957. — **Nodon et Piettre.** — *Procédé d'oxydation par le courant électrique* (26 mars 1902).

320 039. — **Bernard.** — *Lampe à arc* (29 mars 1902).

320 137. — **Société Schmidmer et Cᵉ.** — *Conducteurs intercalaires pour microphones* (2 avril 1902).

320 267. — **Maiche et Farjas.** — *Nouveau mode de transmission sans fils des courants télégraphiques et téléphoniques, en employant comme conducteurs la terre et l'eau* (8 avril 1902).

320 066. — **Bazin.** — *Perfectionnements aux piles primaires* (29 mars 1902).

310 098. — **Mors.** — *Procédé d'immobilisation des liquides excitateurs dans les piles dites : piles sèches* (1er avril 1902).

320 132. — **Nodon.** — *Condensateur électrolytique* (2 avril 1902).

320 155. — **Carlet de la Rozière et Jarry.** — *Pile batterie primaire à tension illimitée disposée dans un vase unique* (3 avril 1902).

320 166. — **Schmitt et Roitel.** — *Système nouveau d'accumulateur électrique* (3 avril 1902).

320 198. — **Baseneau.** — *Procédé pour la fabrication d'une matière isolante utilisable en électricité et pour d'autres emplois* (4 avril 1902).

320 214. — **Placet.** — *Perfectionnements aux accumulateurs électriques* (4 avril 1902).

320 230. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Perfectionnements dans la construction des carcasses de machines dynamo-électriques* (5 avril 1902).

320 257. — **Société La Force Haran et Cᵉ.** — *Nouvel élément d'accumulateur électrique* (7 avril 1902).

320 278. — **Damade.** — *Perfectionnements dans les accumulateurs électriques* (8 avril 1902).

320 115. — **Perkins.** — *Perfectionnements aux contrôleurs pour moteurs électriques* (1er avril 1902).

320 206. — **Konitzer.** — *Dispositif de mise en court-circuit entrant en fonction en cas de rupture d'un conducteur dans les lignes aériennes à haute tension* (4 avril 1902).

320 210. — **Compagnie générale de constructions électriques.** — *Nouveau procédé de fabrication des câbles électriques* (4 avril 1902).

320 250. — **Société dite : Siemens und Halske Aktiengesellschaft.** — *Mode de connexion pour le démarrage d'armatures à courant continu* (7 avril 1902).

320 068. — **Romain et d'Ayguesvives.** — *Perfectionnements apportés aux supports pour lampes électriques à incandescence* (29 mars 1902).

320 268. — **Mac Donnel.** — *Régulateur pour circuits électriques* (8 avril 1902).

320 238. — **Hopfelt.** — *Procédé de préparation d'électrodes pour lampes à arc* (5 avril 1902).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Chemin de fer Métropolitain de Paris. — Le 10 mai 1902 s'est tenue l'assemblée générale ordinaire de cette Compagnie.

Avant de passer à l'examen des comptes d'exploitation pendant l'exercice 1901, il est nécessaire d'établir la situation et les prévisions d'exécution du réseau concédé et les mesures prises par la Ville de Paris à cet égard.

La ligne n° 1 étant complètement achevée et en exploitation complète, même intensive, il s'agit donc de parler de la ligne n° 2, circulaire Nord. Pendant l'année 1901, le service technique municipal a poussé avec activité les travaux d'infrastructure de cette ligne, dans la partie située sur les boulevards extérieurs. Ces travaux, légèrement en retard sur les prévisions, seront néanmoins achevés dans le courant de cette année; d'ailleurs, le premier lot de l'Étoile à l'avenue de Villiers, a été remis à la Compagnie le 26 mars; les autres lots doivent être remis en août et septembre; mais il y aura sans doute un délai supplémentaire, notamment pour la traversée des chemins de fer de l'Ouest, du Nord et de l'Est, ainsi que pour la partie située boulevard de Charonne, qui

a présenté de très grandes difficultés en raison du peu de consistance du terrain.

A la suite de négociations engagées avec la Ville de Paris, en vue d'obtenir la création de voies de stationnement nécessaires pour accroître la capacité de transport des lignes n° 1 et n° 2 par l'augmentation du nombre des voitures des trains à certaines heures de la journée, il a été décidé que sous le Cours de Vincennes serait construite une galerie contenant plusieurs voies de garage.

Sur la demande de M. le Préfet de la Seine, la Compagnie a accepté de prendre à sa charge une partie des dépenses d'infrastructure de cette galerie jusqu'à concurrence d'une somme de 760 000 fr. Les travaux ont été commencés en août 1901 et seront très probablement terminés avant fin 1902.

Pour la partie de la ligne n° 2 concernant la circulaire Sud, les travaux ont été adjugés le 22 mars 1902, à l'exception toutefois des ponts à construire sur la Seine, à Austerlitz et à Passy.

En ce qui concerne la ligne n° 3, Courcelles-Ménilmontant, les travaux ont été adjugés en mai 1902.

Les projets des lignes n° 4, de la Porte Clignancourt à la Porte d'Orléans; n° 5, du boulevard de Strasbourg au Pont d'Austerlitz; n° 6, de Vincennes à la Porte d'Italie, ont été approuvés en principe et vont entrer dans la période des formalités administratives qui doivent aboutir à la mise en adjudication.

La loi portant déclaration d'utilité publique et autorisation d'exécuter les travaux de la ligne n° 7, du Palais-Royal à la place du Danube, a été promulguée le 22 avril 1902.

D'autre part, la préfecture de la Seine a transmis au ministère des travaux publics le dossier de la ligne n° 8, d'Auteuil à l'Opéra, en vue de poursuivre devant le Parlement la déclaration d'utilité publique et l'autorisation pour la Ville de Paris d'en exécuter les travaux.

Enfin, le Conseil municipal de Paris, par ses délibérations des 31 décembre 1901 et 26 mars 1902, a voté l'emprunt devant mettre à la disposition de la Ville les sommes nécessaires pour l'exécution et l'achèvement de la totalité du réseau concédé à la Compagnie.

Il faut noter cependant que le projet d'emprunt a été retourné à la préfecture de la Seine par le Conseil d'État, pour quelques modifications de détail et notamment pour légère insuffisance quant au montant total. Ce projet, retouché, reviendra devant le Parlement probablement à la session d'automne et recevra des deux Chambres la consécration nécessaire à son exécution.

Nous ne parlons que pour mémoire des prolongements éventuels de la ligne n° 3, à la Porte d'Asnières.

Dans la partie des travaux à la charge de la Compagnie, ceux qui ont été exécutés en 1901 sur les voies sont de peu d'importance; mais à l'usine de Bercy, les travaux ont été poursuivis pendant toute l'année et, à l'heure actuelle, ne sont pas encore achevés.

Les marchés passés antérieurement à 1901 comportaient un matériel mécanique et électrique d'une puissance totale de 6000 kw. Les bâtiments correspondant à cette installation étaient terminés à la fin de 1901 ; trois groupes électrogènes ayant une puissance totale de 4500 kw, avec leurs accessoires et la totalité des chaudières, ont été livrés en 1901. De plus, on a fait la commande au Creusot de deux nouvelles batteries de chaudières destinées à parfaire l'alimentation de la puissance de 6000 kw.

La galerie devant abriter ces générateurs a été commencée en mai 1901, ainsi que les fondations des chaudières ; ces travaux sont terminés et la première batterie est montée.

En outre, la sous-station de l'Étoile avait été munie en 1900 du matériel de transformation nécessaire pour alimenter une partie de la ligne n° 1 et les embranchements exploités à cette époque ; comme elle devra alimenter également une partie de la ligne n° 2, qui va s'ouvrir prochainement, il y avait lieu d'augmenter sa capacité. Un quatrième groupe de transformation, ayant la même puissance de 750 kw que les groupes existants, a été commandé à la Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. Il a été livré, et actuellement il est soumis aux essais de réception.

Une nouvelle sous-station est en cours de construction place Saint-Germain-l'Auxerrois. Elle comprendra deux groupes de transformation de 750 kw chacun.

L'énergie en courant continu était distribuée aux moteurs, dans les premiers temps de l'exploitation, uniquement par le rail, dit de prise de courant, établi le long des voies; l'augmentation du nombre des voitures des trains, nécessité par le développement toujours croissant du trafic, a eu pour conséquence de produire dans ce rail une densité de courant exagérée dans certaines sections de la ligne de Vincennes-Porte Maillot, et, par conséquent, de donner lieu à des pertes d'énergie. Pour diminuer ces pertes dans la section comprise entre la gare de Lyon et Vincennes, l'installation de feeders a été reconnue nécessaire. Ces feeders ont été mis en place en 1901.

Les ateliers de Charonne se sont complétés tant comme construction que comme aménagements intérieurs. On a installé notamment des locaux pour embattage, peinture, menuiserie, bobinage, et une remise pour voitures motrices.

Le matériel roulant s'est augmenté au cours de l'année 1901 de 71 voitures.

Il comprenait, au 31 décembre 1901 :

Voitures motrices	67
Voitures remorques de 1re classe	54
Voitures remorques de 2e classe	108
Voitures en service	229

En ce qui concerne les travaux de la ligne n° 2, la superstructure ne différera pas sensiblement de la ligne n° 1. La voie aura l'écartement normal de 1,44 m ; elle sera munie de rails en acier dur pesant 52 kg par mètre courant, en barres de 18 m. Les traverses seront en chêne dans les parties souterraines, et en hêtre créosoté dans la partie aérienne. Le ballast sera en cailloux des alluvions de la Seine.

Le rail prise de courant sera de même profil que le rail de roulement, mais en acier doux.

Les éclissages électriques des voies et des isolateurs qui supportent le rail électrique, ont fait l'objet d'études nouvelles, en vue d'améliorer ces parties faibles de la voie électrique.

Les accès des stations souterraines seront analogues, dans leur ensemble, aux accès de la ligne n° 1 ; quant à ceux des stations aériennes, ils dépendront directement des charpentes métalliques qui constituent l'infrastructure de la ligne en question.

De plus, des sous-stations seront créées, l'une au boulevard Barbès, et l'autre au Père Lachaise ; le matériel en est commandé à la Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.

Des câbles sont nécessaires pour envoyer l'énergie produite sous forme de courant triphasé aux sous-stations précitées, qui fourniront l'énergie en courant continu aux diverses stations de la ligne n° 2, et la Compagnie attend l'autorisation nécessaire pour en faire la pose sous la voie publique.

Pour cette même ligne n° 2, les commandes de matériel roulant, en cours d'exécution, comprennent :

Voitures remorques de 1re classe (ateliers de construction de Saint-Denis)	40
Voitures remorques de 2e classe (ateliers de construction de Saint-Denis)	60
Voitures remorques de 1re classe (ateliers de Pantin, Dessouches, David et Cie)	15
Voitures remorques de 2e classe (ateliers de construction du Nord de la France)	20



Voitures motrices (ateliers de construction du Nord de la France)	36
Équipements électriques de motrices (Compagnie franç. pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston)	36

L'usine de Bercy doit voir sa puissance doublée, et, en conséquence, son agrandissement a été décidé. Il suffisait pour cela de prolonger la galerie des machines sur une partie disponible du terrain acheté primitivement et d'y installer de nouveaux groupes électrogènes, puis d'acquérir une bande de terrain voisin pour y construire une nouvelle galerie de générateurs. C'est ce qui a été fait. L'acquisition du terrain, réalisée à des conditions analogues à celles du premier achat, a porté de 7228 m^2 à 11 800 m^2 la superficie appartenant à la Compagnie.

La fourniture d'un matériel mécanique et électrique d'une puissance de 6000 kw a été commandée à la Société Alsacienne de constructions mécaniques et à la Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, associées conjointement et solidairement pour cet objet.

Cette augmentation de puissance sera mise progressivement à la disposition de la Compagnie à partir du 1er janvier 1904 et sera entièrement réalisée dans le courant du premier semestre 1904.

D'un autre côté, il a paru prudent de se prémunir contre tout risque possible d'interruption de service pouvant résulter d'accidents au matériel générateur d'électricité pendant la période où ce matériel sera en cours de livraison et de développement; il y avait lieu de prévoir également les besoins d'accroissement subit d'énergie pouvant résulter d'une intensité imprévue du trafic sur une ligne nouvellement ouverte à l'exploitation. Pour parer à ces éventualités, le Conseil de la Compagnie du chemin de fer Métropolitain a passé des contrats avec des usines de production électrique, qui mettent à sa disposition une réserve importante d'énergie jusqu'à la fin de l'année 1905.

Voici maintenant quelques détails sur le service de l'exploitation.

On sait que la longueur exploitée pendant toute l'année 1901 de station terminus à station terminus a été de 13,500 km. Les horaires ont été peu ou point modifiés. Ils comportent sur la ligne n° 1, de Vincennes à la Porte Maillot, des départs de 3 minutes en 3 minutes pendant la journée, avec trains supplémentaires permettant de faire des départs toutes les 2 1/2 minutes à certaines heures, et de 6 minutes en 6 minutes dans la soirée; sur les embranchements Porte Dauphine et Trocadéro, des départs de 6 minutes en 6 minutes dans la journée et de 12 minutes en 12 minutes le soir.

Si l'espacement des trains n'a été que peu resserré, il a fallu développer la capacité de transport en augmentant le nombre des voitures d'un certain nombre de trains. Le service avait commencé avec des trains composés uniformément de 4 voitures. A partir du mois de mai, il a été mis en circulation des trains de 5 voitures, et à partir du 1er novembre des trains de 7 voitures. Enfin, cette année, depuis le mois d'avril, circule un certain nombre de trains de 8 voitures.

D'après la lecture des rapports, les résultats de l'exploitation donnent comme recettes générales 8 550 234,32 fr, et comme dépenses 4 031 596,49 fr. Le coefficient d'exploitation a donc été de 47,16 pour 100. Pour l'avenir, ce coefficient est susceptible de variations, en raison de certaines élévations de dépenses; mais on ne peut encore tabler que sur des hypothèses, et, pour être absolument renseigné, il faudra attendre les résultats que donneront les circulaires Nord et surtout la circulaire Sud.

Les produits de l'exploitation se sont donc élevés à 4 518 637,85 fr. Sur ces produits, il a été prélevé en premier lieu la part de la Ville de Paris sur les recettes brutes, en vertu de l'article 19 de l'acte de concession, et dont le montant est de 2 778 133,50 fr. Le solde formant le produit net atteint donc 1 740 504,35 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1901

Actif.

Actionnaires : Reste à verser sur les actions	18 768 750,00 fr.
Caisse : Espèces en caisse	35 462,55
Banques : Espèces dans les banques	4 492 191,80
Cautionnement à la ville de Paris	2 012 614,35
Avances diverses :	
Impôt sur titres	131 553,82
Loyer, éclairage et divers	25 351,95
Frais de constitution de la Société	104 115,40
Débiteurs divers, à recevoir	40 128,62
Approvisionnements	428 478,03
Compte de premier établissement :	
Administration centrale	435 882,10
Voie ferrée et dépendances :	
Voie	4 109 895,06
Stations et accès	3 081 008,03
Usine et sous-stations :	
Terrains	1 841 958,06
Constructions	4 802 316,20
Matériel	3 512 339,60
Divers	175 076,57
Distribution de l'énergie	689 045,36
Domaine de la Compagnie :	
Bâtiment d'administration	921 783,24
Atelier de construction	2 240 392,97
Matériel roulant	5 727 362,15
Mobilier, petit matériel, outillage	538 990,47
Total	54 134 894,35 fr.

Passif.

Capital : Actions	50 000 000,00 fr.
Réserve légale	48 577,30
Réserve constituée par décision de l'assemblée générale du 10 janvier 1901	107 849,90
Créditeurs divers, à payer	1 879 051,73
Intérêts et dividendes : Solde coupon n° 1	35 490,00
Profits et pertes, y compris le report de l'exercice 1900, et intérêts divers	2 064 125,42
Total	54 134 894,35 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Débit.

Redevance à la ville de Paris sur 8 348 285,65 fr, recettes voyageurs	2 778 133,50 fr.
Dépenses d'exploitation :	
Administration centrale	106 953,06
Exploitation	608 387,51
Mouvement	2 272 184,57
Matériel	629 933,56
Voies	414 137,79
Bénéfice net	2 064 125,42
Total	8 873 855,41 fr.

Crédit.

Solde reporté de l'exercice précédent, moins l'allocation au personnel et divers	122 010,27 fr.
Intérêts en compte et produits de fonds en reports	201 610,82
Recettes d'exploitation :	
Voyageurs	8 348 285,65
Divers	201 948,67
Total	8 873 855,41 fr.

Répartition du bénéfice.

Réserve légale 5 pour 100 sur 1 942 115,15 fr	97 105,75 fr.
Actionnaires : Premier dividende de 3 p. 100	750 000,00
Sur l'excédent, 8 pour 100 au Conseil d'administration	97 361,52
Actionnaires : Deuxième dividende de 3 p. 100	750 000,00
Solde à reporter	369 658,15
Total	2 064 125,42 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

49 291 — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11ᵉ Année. — N° 262. 25 Novembbre 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Le Métropolitain de Paris. — Nous publions aujourd'hui une étude complète et détaillée du réseau actuel du chemin de fer Métropolitain de Paris. Nos lecteurs trouveront dans cette description, peut-être un peu longue, de nombreux détails indiquant par quelles phases successives a dû passer l'exploitation avant d'arriver à assurer le service actuel de plus en plus intensif. Il nous a paru préférable de publier l'étude complète de l'installation dans un seul numéro, afin que nos lecteurs puissent la consulter plus facilement.

Il n'est pas sans intérêt en effet, pour l'industrie électrique, de voir se développer ce réseau souterrain de traction, sans aucun accident à son actif, et de voir surtout l'accueil que lui a fait le public parisien.

La télégraphie sans fil. — L'administration se préoccupe enfin de régler la question de la télégraphie sans fil en France. M. Trouillot, ministre du Commerce, M. Bérard, sous-secrétaire d'État aux Postes et Télégraphes, et M. Bordelongue, directeur du service de l'exploitation technique au ministère, poursuivent l'enquête qu'ils ont entreprise pour se rendre compte de l'état actuel de la télégraphie sans fil et de la possibilité de l'utiliser éventuellement, dans un avenir plus ou moins éloigné, et sous des conditions à déterminer, pour la transmission de certaines correspondances télégraphiques. Ils visitent successivement tous les systèmes dont le siège est à Paris : Branly-Popp, Ducretet, Rochefort, etc.

Le but poursuivi par MM. Trouillot et Bérard, en rendant visite à tous ceux que la question intéresse, est de recueillir le plus grand nombre de documents possible sur une question que la prochaine Conférence de Berlin met à l'ordre du jour. D'autre part, une Commission spéciale a été instituée au ministère du Commerce, et tous les chercheurs et inventeurs sont invités à lui faire parvenir les résultats de leurs propres expériences.

A propos de réclames récentes faites par une Société que nous n'avons pas besoin de désigner plus clairement à nos lecteurs, le sous-secrétaire d'État aux Postes et Télégraphes a adressé aux journaux le communiqué suivant :

« La question de la télégraphie sans fil est à l'étude; mais à ce sujet aucune décision n'a été prise par le ministère des Postes et aucune ne sera prise tant que la Commission instituée au sous-secrétariat d'État n'aura pas donné ses conclusions. Cette Commission, qui étudie la question de principe, n'a encore été saisie d'aucun projet spécial.

« Dans tous les cas, en vertu de la législation actuelle, l'État a le monopole des relations télégraphiques et il ne saurait s'en dessaisir. »

Tramways électriques et observatoires astronomiques. — La construction d'une ligne à traction électrique devant relier Naples à Pugliano au pied du Vésuve, vient de provoquer une certaine opposition de la part de l'Observatoire Royal de l'Université de Naples. Le tracé de la ligne passe, en effet, très prés de l'Observatoire et donne à craindre les perturbations que le fonctionnement de la ligne peut apporter aux observations sismiques. Ce n'est pas la première fois que pareille opposition se manifeste; mais on n'a pas d'exemple

croyons-nous, qu'aucune opposition de cette nature ait jamais entravé l'exécution d'une ligne électrique quelconque. La construction de la ligne de Naples à Pugliano s'effectue en ce moment même avec une très grande activité et prend une forme plus précise de jour en jour, de sorte qu'il peut être intéressant de donner quelques indications sur sa nature et ses particularités.

Construite par la maison Brown-Boveri, l'usine comportera deux groupes électrogènes composés de moteurs à gaz de 90 chevaux et de dynamos ordinaires à 550 volts. Les moteurs à gaz sont de la Winterthur Maschinenbau; le matériel électrique de la Compagnie Brown-Boveri.

Cette ligne sera surtout affectée au transport des nombreux touristes qui visitent annuellement le cratère du Vésuve, et dont le nombre s'élève à 50 000 par an.

Allumage électrique des moteurs à explosion. — Nous préparons une étude d'ensemble aussi complète que possible de cette question, toute d'actualité, au moment où va s'ouvrir, au Grand-Palais, la cinquième exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports.

Nous prions les constructeurs de vouloir bien nous fournir tous les renseignements relatifs à leurs systèmes, et en particulier, les allumages à magnéto, dont nous pourrions actuellement faire l'étude à l'ondographe, afin de préciser les conditions dans lesquelles elles fonctionnent, et faciliter ainsi de nouveaux progrès.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Dunkerque. — *Éclairage* — Depuis longtemps déjà un projet est à l'étude pour doter cette ville de l'éclairage électrique, afin de remplacer l'éclairage au gaz, qui est défectueux et qui a fait son temps.

Ce projet remonte à plusieurs années; les négociations ont, en effet, été fort longues. La municipalité et la Commission ont obtenu des résultats bien plus avantageux que ceux qu'on offrait au début des négociations.

Le maire a donné récemment connaissance au Conseil municipal des principales clauses du traité qui, après approbation, sera conclu avec la Société concessionnaire pour une durée de trente-cinq ans.

C'est ainsi, a dit M. Dumont, que l'énergie électrique sera vendue 4,5 centimes l'hw-h pour l'éclairage public, 4,7 centimes pour les bâtiments commerciaux, 7 centimes pour les particuliers, et 5 centimes pour les particuliers pour chauffage, force motrice et usage industriel.

M. le maire dit que la Société s'engage à canaliser électriquement, sans conditions spéciales, les voies publiques comprises dans le réseau suivant :

Place de la Gare, rue Thiers, place de la République, rue Alexandre III, place Jean-Bart, rues de l'Église, du Quai, la partie comprise entre cette rue et la rue Carnot, cette dernière rue jusqu'à la station de la Victoire.

Le théâtre sera relié à ce premier réseau.

De plus, la Société sera tenue d'étendre sa canalisation électrique à toutes les autres voies de la ville de Dunkerque, aussitôt que les demandes assureront une recette annuelle d'au moins 1,8 fr par mètre de canalisation prolongée.

La Ville désignera les lampes dont elle entend se servir pour l'éclairage des voies publiques sans être tenue à aucun minimum d'intensité, ce qui lui assure, dans un avenir assez rapproché, la possibilité de très sérieuses économies.

Le maire dit que le prix de l'énergie de 4,5 centimes l'hw-h pour l'éclairage des voies publiques par lampe à incandescence ou par arc comprend, outre la fourniture de l'énergie, tous les frais d'allumage, d'extinction, de remplacement des lampes et des charbons, du nettoyage, des peintures, etc.

Le conseil a approuvé le projet à l'unanimité.

Monein (Basses-Pyrénées). — *Éclairage.* — Dans une de ses dernières séances, le Conseil municipal a déclaré être très favorable au projet d'éclairage électrique de la ville, selon les propositions qui lui ont été faites par MM. Laborde et Cie; aussi il vient de donner mission à la Commission pour se mettre en rapport avec les concessionnaires, afin d'arrêter les clauses et conditions du traité à intervenir et régler certaines questions techniques qui n'ont pas paru suffisamment élucidées.

La question de l'éclairage électrique, d'un grand intérêt pour la population, a donc fait un pas en avant, et on peut compter, pour la mener à bonne fin, sur le zèle éclairé de la Commission et du Conseil tout entier.

Montréal (Aude). — *Éclairage.* — Dans une dernière réunion, le Conseil municipal de cette ville a déjà voté le principe de l'éclairage électrique et donné mandat à la municipalité de traiter avec la Société méridionale; mais avant d'engager les capitaux de la commune dans cette entreprise, le Conseil a voulu s'entourer de tous les renseignements nécessaires, la question ne sera donc définitivement adoptée que dans quelque temps.

Ouveillan (Aude). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal, convoqué en session extraordinaire du mois de septembre, sous la présidence de M. Raillon, conseiller d'arrondissement, a définitivement adopté, pour la commune, l'éclairage électrique.

Nous extrayons des cahier des charges et traité intervenus, les principales dispositions que nous mettons sous les yeux de nos lecteurs :

Éclairage public gratuit pendant cinquante années, assuré par 100 lampes à incandescence; éclairage des bâtiments communaux au moyen de lampes à incandescence, en nombre suffisant et moyennant une modique redevance annuelle de 30 fr; éclairage de la halle, les dimanches et jours de fête par 2 lampes à arc de 800 bougies; éclairage supplémentaire extérieur, gratuit, pour les dimanches et jours de fête au moyen de 6 lampes à arc de 800 bougies; obligation, pour la Société méridionale, d'installer, gratuitement, chez les abonnés à l'acétylène, autant de lampes électriques qu'ils ont de becs de gaz; mise hors de cause de la commune pour toutes affaires pouvant résulter de la concession donnée à la Compagnie de l'éclairage à l'acétylène et des suites de la liquidation.

La commune aura à sa charge l'installation des appareils et de la ligne, ce qui l'obligera à rembourser en trente annuités égales le montant de la dépense.

L'annuité à payer sera de 2200 fr, somme inférieure à celle de la dépense annuelle occasionnée par l'éclairage à l'acétylène.

Les heures d'éclairage s'élèveront à 350 000 environ par année, au lieu de 47 000, chiffre qui représente les heures d'éclairage actuel.

Ce sont ces conditions très avantageuses et que le public apprécie certainement, qui ont déterminé le Conseil municipal à approuver ce mode d'éclairage.

Rambervillers (Vosges). — *Éclairage.* — Dans sa dernière séance, le Conseil municipal a délibéré sur la demande de M. Gass, tendant à l'autorisation d'installer l'éclairage électrique à Rambervillers. Considérant que, dans le traité intervenu le 14 juillet 1869 entre Mme Merklen et la ville, il est bien des articles litigieux susceptibles d'être soumis à une

question de droit; que la ville ne veut pas s'engager avant d'avoir reçu l'avis qu'elle ne redouterait aucune poursuite : avant de donner l'autorisation, le Conseil demande à la nouvelle Société de vouloir bien s'entendre avec Mme Merklen, pour dégager la responsabilité de la ville.

Le Conseil est très désireux de doter la ville d'un nouveau mode d'éclairage. Cette décision a été prise à l'unanimité.

Saint-Laurent-de-la-Salanque (Pyrénées-Orientales). — *Éclairage.* — Dans une des dernières séances du Conseil municipal, M. le maire a donné lecture d'une lettre de M. le préfet transmettant une ampliation de l'arrêté qui approuve la délibération du Conseil municipal de Saint-Laurent, concédant à la Société hydro-électrique roussillonnaise l'éclairage public de la commune par l'électricité, ainsi que le traité réglant les clauses et conditions de ladite concession. Est également transmise, dument visée, la police d'abonnement à intervenir entre ladite société et les particuliers.

M. le préfet prie M. le maire de vouloir bien porter cette décision à la connaissance du Conseil municipal et assurer, en ce qui le concerne, l'exécution du présent arrêté.

Le Conseil donne acte de cette communication.

Lecture est faite d'une deuxième lettre de M. le préfet, qui transmet avec les pièces de l'affaire revêtues de son approbation une ampliation de l'arrêté en date du 29 septembre 1902 par laquelle la commune de Saint-Laurent est autorisée :

1° A emprunter une somme de 30 500 fr. remboursable en trente ans, à partir de 1903, destinée à payer les frais de toute nature que nécessitera l'installation électrique;

2° A s'imposer extraordinairement pendant trente ans, à partir de 1903, de 7,5 centimes additionnels pour, le produit, servir à rembourser ledit emprunt, en capital et intérêts.

M. le préfet prie M. le maire de vouloir bien porter cette décision à la connaissance du Conseil municipal et faire les démarches nécessaires pour réaliser aussitôt que possible l'emprunt dont il s'agit.

Le Conseil donne acte. M. le maire lit le projet de délibération pour faire l'emprunt.

Une discussion s'engage et finalement, par 6 voix contre 5 et 3 abstentions, le projet de délibération pour contracter l'emprunt est approuvé.

MM. Pino et Colf proposent de considérer l'engagement entre la commune et la Société hydro-électrique comme nul et non avenu, si cette dernière société ne prend pas l'engagement d'éclairer la ville avant le 15 avril 1903.

ÉTRANGER

Bruxelles. — *Traction électrique.* — On pousse activement les travaux d'installation de l'usine électrique des tramways bruxellois située à Anderlecht.

La future usine occupe un terrain de 3 hectares et demi de superficie, situé entre la rue de Birmingham et le canal de Charleroi, d'une part, entre le chemin de fer de ceinture et la ligne de raccordement des abattoirs du Cureghem, d'autre part. Situation favorable, qui permettra de recevoir le charbon directement du canal, en temps ordinaire, ou par les wagons du railway, en cas de gelées persistantes. On a conservé, pour l'habitation du personnel technique, une ancienne maison de campagne située dans le haut du terrain et entourée d'un petit parc dont on a eu soin de conserver les grands arbres, de même que les arbres dessinant le pourtour de la propriété.

Les bâtiments principaux de l'usine forment deux vastes halls contigus, entièrement dessinés déjà par l'ossature métallique dont on achève en ce moment le montage, et qui doit recevoir la maçonnerie d'élévation et les verrières. Le sous-sol étant défectueux, la construction a été assise sur un lit général de béton armé, un plateau de près de 100 m de longueur sur 53 m de largeur et 1,5 m d'épaisseur. Les dimensions intérieures sont de 88,60 m sur 24,50 m pour la salle des machines, de 88,60 m sur 18 m pour la chaufferie, et la surface de terrain disponible permettrait de doubler les installations, en ajoutant un hall de chaque côté, si les extensions du service l'exigeaient plus tard.

La chaufferie comptera 10 chaudières de 350 m² de surface de chauffe chacune, 3 de 100 m² de surface et 5 de 255 m². Les foyers seront en relation avec un carneau longitudinal de 4,3 m de largeur, aboutissant à chaque extrémité, à une cheminée de 60 m de hauteur. On travaille à la fondation de ces cheminées, situées en dehors du bâtiment.

L'autre hall pourra recevoir sept machines de 2000 chevaux chacune, soit une puissance totale de 14 000 chevaux. On n'installera d'abord que quatre de ces machines, mais les fondations sont prêtes à en recevoir une cinquième. Les fondations ont nécessité l'emploi, pour chaque bâti de machine, de 300 000 briques de Boom et de 3 m³ de pierre de taille, le tout maçonné au mortier de ciment.

Au dehors et dans une direction parallèle, on a construit souterrainement un canal voûté de réfrigération, aboutissant au canal de Charleroi dont il reçoit les eaux; il est long de 150 m, et la section a 3 m environ dans les deux sens. Près du futur quai de débarquement, on construit de vastes soutes à charbon longues de 65 m et larges de 12 m.

La houille, amenée du bateau à l'aide d'un élévateur, prendra place dans des silos de 10 m de hauteur, de fond à faîte : on pourra y emmagasiner des approvisionnements pour trois mois. Cette houille sera conduite automatiquement jusque dans la chaufferie, ce qui permettra l'emploi d'un très petit personnel pour toute l'usine.

L'énergie électrique produite sous la forme de courants triphasés sera transmise aux sous-stations qui la transformeront en courant continu à 550 volts avant de la distribuer dans le réseau. Ces installations fonctionneront à la fin du mois de juillet de l'année prochaine.

Chiavenna (Italie). — *Traction électrique.* — On nous annonce que l'exploitation des branches Sondrio-Colico-Chiavenna du chemin de fer électrique Valtellina en Haute-Italie, dont l'équipement a été fourni par la maison Ganz de Budapest, a été commencée le 4 septembre. L'exploitation régulière se produit depuis ce jour-là sans aucune difficulté, et sans trouble.

Le trafic régulier se compose de trains express, omnibus et de marchandises, et le nombre total des trains monte à 30 par jour.

La branche Lecco-Colico du réseau vient d'être ouverte depuis peu de temps.

CORRESPONDANCE

Tramways à contacts superficiels.

Réponse

à l'article de la Société d'exploitation des brevets Dolter, à Paris.

Les explications données par la Société d'exploitation des brevets Dolter, à Paris, dans le numéro 258 de *L'Industrie électrique* du 25 septembre 1902, me conduisent à traiter le système Dolter plus en détail que telle en était mon intention au début.

Il ressort de la description du système Dolter donnée dans numéro 207 de *L'Industrie électrique* du 10 août 1900, que les plots de contact renferment un plomb fusible qui doit fondre sous le contact, sur les plots, de la barre de sûreté fixée à la voiture, dès qu'un plot est resté sous tension.

Je dois protester contre le fait que le plomb fond lorsque la barre de sûreté glisse sur le plot resté sous tension. J'ai pu constater par mes expériences qu'un dispositif de ce genre n'offre pas de garantie pour un fonctionnement sûr et précis.

Il est dit dans le numéro 207 : « A l'arrière de la voiture se trouve placé un second frotteur métallique réuni à la masse de la voiture en traversant une résistance de 2 ohms environ ».

L'emploi de la résistance de 2 ohms constitue justement une entrave pour le fonctionnement du dispositif de sûreté. Des essais répétés sur des systèmes à conducteurs sectionnés ont montré que, surtout à une vitesse de 16 km à l'heure, des plombs fusibles de 60 à 70 ampères n'ont pas fondu lorsque la barre de sûreté a touché un plot resté sous tension. Il y a lieu de remarquer à ce sujet que, lors de ces essais, la barre de contact était en connexion électrique directe avec le truck de la voiture sans l'interposition d'une résistance. Mais si l'on intercale une résistance de 2 ohms, l'intensité est limitée, de sorte qu'elle ne peut s'accroître et par suite faire fondre rapidement le plomb fusible.

Il est dit en outre : « Le frotteur est suffisamment long pour donner le temps au fusible de s'échauffer et de fondre. »

Le temps pendant lequel la barre de sûreté glisse sur un plot resté sous tension n'est que très court, même si l'on fait cette barre aussi longue que possible et que la longueur de la voiture le permet. Mais si, dans le système Dolter, le frotteur collecteur a déjà une longueur de 6,5 m, et la voiture parcourant, à une vitesse de 16 km à l'heure, 4,4 m par seconde, il faudrait que la barre de sûreté ait 4,4 m de longueur pour qu'elle glisse assez longtemps sur un plot resté sous tension afin que le plomb fusible puisse fondre en une seconde. Or, des essais minutieux que j'ai faits il y a quelques années avec des fusibles de différente composition ont prouvé que, à une intensité de 60 à 70 ampères, ces fusibles ne peuvent fondre en une seconde, et que le plot intéressé reste sous tension une fois que le frotteur l'a quitté.

Il est dit dans le numéro 258 de *L'Industrie électrique* du 25 septembre 1902 :

« Cette section de la barre en trois parties a pour objet de « pouvoir automatiquement, au moyen des inverseurs des « combinateurs de la voiture, aimanter seulement les parties « avant et médiane du frotteur, tout en laissant la partie « arrière non aimantée, les trois parties de la barre étant « toujours en connexion électrique entre elles. On obtient « ainsi la chute du levier et la séparation des charbons de « contact, avant que le frotteur ait quitté la surface du plot, « et la commutation de l'étincelle de rupture, provenant du « mauvais état d'isolement des plots, se fait à la surface du « plot et non entre les charbons de contact.

« Ce dispositif spécial d'aimantation de la barre permet à « la fois, et de commuter le courant provenant de dérivation « accidentelle au plot suivant, et de rapprocher complètement « le frotteur de sécurité du frotteur actif, en lui donnant « une longueur suffisante pour assurer d'une façon certaine « et à n'importe quelle vitesse, la fusion du fil fusible d'un « appareil resté sous tension. »

Il n'est pas indiqué dans cet article si les trois parties du frotteur sont mécaniquement réunies ou séparées; il y est seulement dit que les trois parties de la barre sont en connexion électrique entre elles, les parties médiane et avant étant aimantées, tandis que la partie arrière est laissée non aimantée. Si la partie arrière, c'est-à-dire la partie non aimantée, est convenablement dimensionnée, les appareils fonctionnent sans étincelles, car l'appareil interrompt le courant, tandis que la partie arrière, non aimantée, du frotteur glisse sur le plot encore après que le courant est interrompu dans celui-ci.

Toutefois, la partie arrière du frotteur doit alors être très longue, tout au moins de 4,4 m pour une vitesse de 16 km à l'heure, afin que l'appareil puisse interrompre en une seconde; mais on peut être sûr que l'interruption ne se fait pas assez rapidement, d'autant plus que, dans le système Dolter, les plots sont en fer; le magnétisme rémanent inhérent aux plots en fer retardera en effet la chute du levier.

Comme on le fait ressortir, on peut au moyen des inverseurs des combinateurs de la voiture aimanter les parties avant et médiane du frotteur, en laissant la partie arrière non aimantée. Les trois parties du frotteur sont donc en connexion électrique entre elles et, selon toute apparence, réunies aussi mécaniquement, car, dans le cas contraire, il se produirait à chaque fois une séparation et un rapprochement momentanés des contacts des plots lors du passage sur ces plots du frotteur divisé en deux parties.

A l'instant où la partie médiane du frotteur, partie qui est aimantée, quitte le plot de contact, l'appareil se trouvant sous tension devrait interrompre le courant qui le traverse, à condition que le levier de contact de l'appareil retombe immédiatement; dans le cas contraire, la partie arrière, non aimantée, du frotteur arrive sur ce plot, qui est en train de s'ouvrir ou qui est encore fermé, c'est-à-dire sous courant; dans ce cas, il se produira un court-circuit, puisque la partie arrière du frotteur doit servir en même temps de barre de sûreté.

Que les trois parties du frotteur soient réunies mécaniquement ou non, il est impossible que les appareils fonctionnent sans formation d'étincelles.

Les explications de la Société d'exploitation des brevets Dolter dans l'article de *L'Industrie électrique* du 25 septembre 1902 sont par conséquent loin de fournir la preuve que les appareils fonctionnent sans étincelles. Tant que cette condition ne sera pas remplie, on ne peut parler d'une sécurité suffisante pour la circulation.

Je désirerais aussi citer un fait qui est loin de parler en faveur des systèmes magnétiques à conducteurs sectionnés. Supposons que le plomb fusible se trouvant dans un appareil soit fondu : cet appareil est donc mis hors de service et le plot voisin situé derrière lui dans le sens de la marche de la voiture doit par suite interrompre l'intensité entière de la voiture, car cette dernière ne reçoit à nouveau du courant que lorsque, par sa force vive, elle atteint le plot suivant situé en avant dans le sens de la marche. Or, si ce fait se produit en palier, on pourra à peine constater un dérangement dans la marche, de sorte qu'il est possible qu'on reste pendant longtemps sans remarquer qu'un appareil est hors de service.

Il n'y a donc pas lieu de douter que les faits cités ci-dessus puissent créer un réel danger pour la circulation, à plus forte raison si l'on tient compte que, lors d'une interruption subite du courant à la voiture par suite de la mise hors de service d'un plot, l'intensité à interrompre est fréquemment de 30 à 40 ampères à une tension de 500 à 600 volts, ceci quelquefois même par un plot auquel s'est formée en outre une dérivation aux rails.

A mon avis, il est fort probable que, si le plomb fusible n'entre pas en fonction, le plot de contact intéressé restera aussi longtemps sous tension que durera la dérivation existant du plot aux rails, l'espace entre les deux contacts en charbon étant occupé par l'étincelle de rupture.

Il serait donc bon d'étudier sérieusement un point aussi important que celui dont je viens de parler, avant d'autoriser l'installation d'un système à prise de courant superficielle.

G. Paul.

LE MÉTROPOLITAIN DE PARIS

Nous avons tenu nos lecteurs au courant des diverses phases d'exécution et d'exploitation du Métropolitain de Paris, au fur et à mesure des progrès des travaux, sans toutefois consacrer à ces derniers la description détaillée qu'ils méritaient : Nous nous réservions d'y revenir le jour où seraient adoptées les améliorations jugées nécessaires, tant dans la nature que dans la puissance du matériel, la capacité des voitures, etc.

Nous allons offrir aujourd'hui cette étude à nos lecteurs, pour lesquels elle aura d'autant plus d'intérêt que le Métropolitain de Paris, si longtemps demeuré à l'état de projet séduisant, mais toujours irréalisé, a été enfin exécuté dans des conditions satisfaisantes et s'est étendu dans des proportions si inespérées, qu'il a fallu lui donner une ampleur et un développement tout à fait inattendus.

C'est ainsi que la fréquence des trains a été poussée

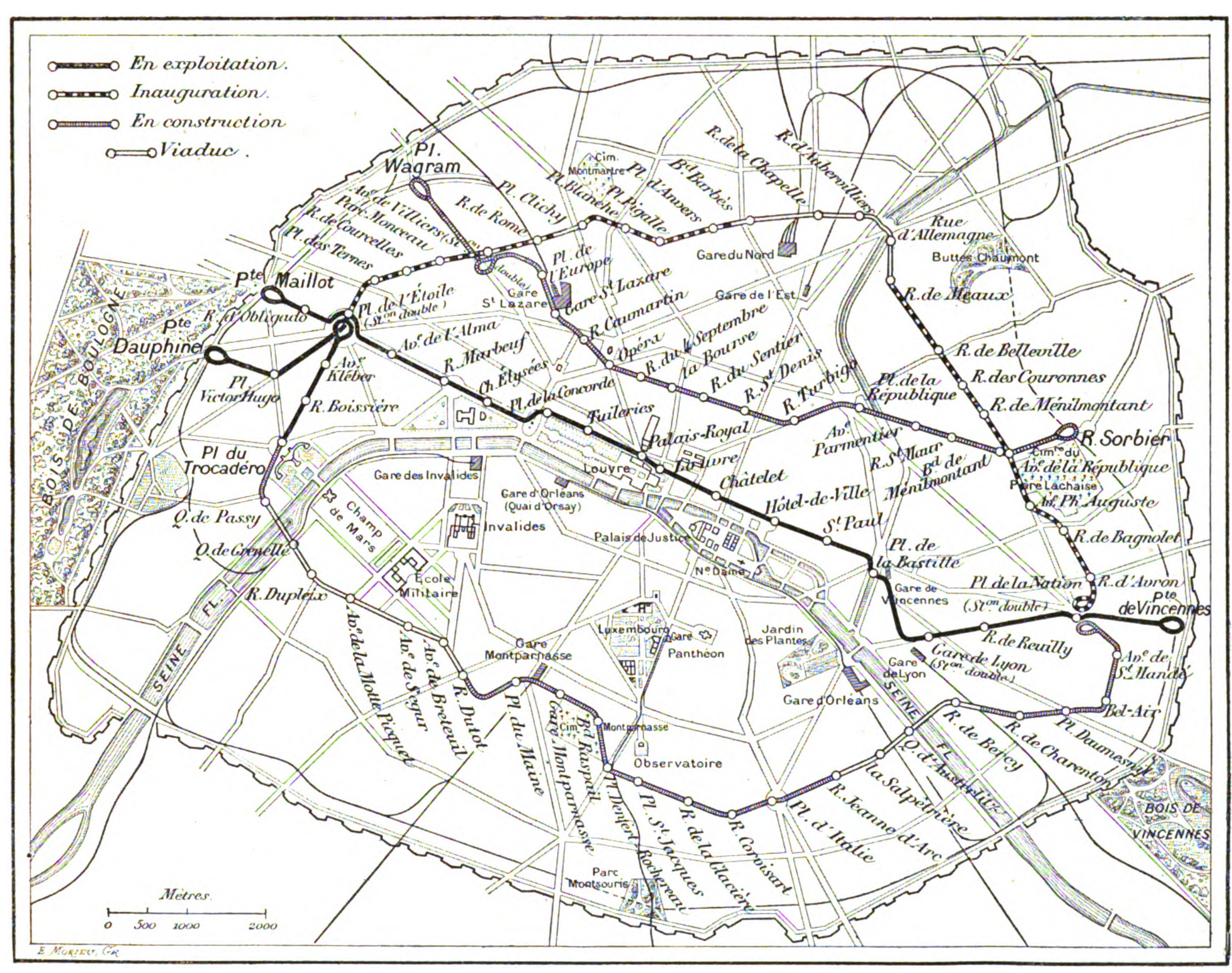


Fig. 1. — Métropolitain de Paris. Plan des lignes en construction et en exploitation. (La construction du tronçon de la place Wagram est réservée.)

jusqu'à la limite imposée par le « block-system » et que, privé par cette limite d'augmenter encore les ressources dont on disposait pour faire face au trafic toujours croissant, on a remplacé nombre de trains de 4 voitures par des trains de 8 voitures.

On a dû prendre des dispositions pour accroître la puissance des usines, et non seulement de l'usine génératrice et des sous-stations, mais encore des groupes électrogènes de cette usine.

L'alimentation de la première ligne a donc, du fait de son trafic, nécessité l'installation provisoire de machines supplémentaires ; tout a été ainsi développé, et maintenant que la Compagnie du Métropolitain de Paris, encouragée par l'accueil enthousiaste du public intéressé à son entreprise, a jugé combien son attente était dépassée par cet accueil, tous les efforts ont été faits pour apporter au service les améliorations et les extensions voulues.

C'est ce développement naturel qui va nous servir de guide dans l'étude que nous allons consacrer au Métropolitain de Paris :

D'abord aux installations créées pour la réalisation de la ligne en exploitation depuis deux ans, et aux améliorations ou extensions de service reconnues plus tard nécessaires.

Ensuite aux installations de lignes nouvelles et tout particulièrement de la ligne circulaire, dont les travaux sont très avancés, et dont un tronçon important a déjà été mis en service.

I. — LIGNE I

Le plan primitif du Métropolitain comportait, ainsi qu'on le sait :

La construction de 11 km environ de ligne à double voie, reliant Vincennes à la Porte-Maillot, avec embranchements place de l'Étoile-Trocadéro et place de l'Étoile Porte-Dauphine.

L'installation d'une usine à courant triphasé à 5000 volts, à transformer par sous-stations en courant continu à 550 volts.

Enfin l'installation de deux sous-stations transformatrices recevant le courant triphasé à 5000 volts et fournissant à la ligne du courant continu de 550 à 600 volts.

Il est facile de voir que ce plan primitif engageait l'avenir dans une très grande mesure, mais qu'il était susceptible de restrictions ou d'extensions à l'égard desquelles aucun système n'eût pu montrer une souplesse égale à celle du système mixte à courant continu et alternatif adopté.

Toutes les améliorations apportées depuis ont d'ailleurs consisté en extensions, car le service a pris rapidement une telle intensité, qu'il a fallu développer beaucoup les moyens d'y faire face.

Deux seuls points d'alimentation ont d'abord été prévus pour la ligne numéro 1 :

1° L'usine génératrice elle-même qui a été, à cet effet, composée non exclusivement d'alternateurs, mais en partie d'alternateurs et en partie de groupes électrogènes à courant continu à 550 volts.

2° Une sous-station transformatrice de 5000 volts triphasés à 550 volts continu, située à l'Étoile, et qui a pendant longtemps assuré seule l'alimentation de la partie correspondante de la ligne, pour laquelle lui a été adjointe plus tard une nouvelle sous-station provisoire aux Champs-Élysées.

Nous décrirons successivement, et dans l'ordre même où nous les énumérons :

1° Les dispositions de l'usine génératrice et le plan général d'extension ;

2° Les dispositions de la sous-station de l'Étoile et de la sous-station de secours des Champs-Élysées ;

3° Les dispositions générales et surtout les améliorations apportées au service de la ligne 1.

Nous passerons ensuite à la ligne 2, pour laquelle nous n'aurons pas la même préoccupation de mettre en relief la composition primitive et les additions subséquemment faites ; la ligne 2 ayant été, dès le début, établie sur les bases définitivement adoptées pour l'achèvement du réseau.

1° Usine génératrice. — L'usine génératrice de Bercy est située au n° 46, quai de la Râpée ; elle comporte, ainsi que nous l'avons dit plus haut :

Une *usine de distribution* de courant triphasé à haute tension, alimentant des sous-stations.

Et une *usine de production de courant continu*, alimentant directement la ligne à proximité.

L'*usine de production de courant continu* comporte une dynamo à courant continu et une batterie d'accumulateurs.

La dynamo peut fournir normalement 1500 kw, sous 550 volts et supporte facilement 2000 kw en surcharge momentanée.

Cette dynamo à courant continu est à induit denté bobiné en barres de sections homopolaires en parallèle.

L'inducteur comporte 20 pièces polaires bobinées, excitées par un enroulement en *simple dérivation*.

Elle a été construite par les ateliers du Creusot.

La *machine à vapeur* commandant la *dynamo* est de même construction ; c'est une machine verticale compound à condensation, d'une puissance nominale de 2600 chevaux indiqués.

La *batterie d'accumulateurs* a une capacité de 1600 ampères-heures, au régime de décharge en une heure. Elle est composée de 270 éléments, elle peut débiter trois fois sa capacité en vingt-quatre heures, et, pour le rôle de batterie-tampon qu'elle est appelée à jouer dans le service, elle supporte sans inconvénient des à-coups de 3000 ampères.

Notons d'ailleurs que le grand nombre de trains en service régularise beaucoup la charge et atténue beaucoup les surcharges primitivement admises pour la batterie. Aussi a-t-on pu, sans craindre les surcharges plus considérables, augmenter le poids et la puissance des trains, et les nouvelles sous-stations ne seront munies cependant d'aucune batterie-tampon.

L'*usine proprement dite de distribution de courant à haute tension* est constituée actuellement par deux seules génératrices triphasées, de chacune 1500 kw, sous 5000 volts à la fréquence de 25 périodes par seconde ; capacité de surcharge 2000 kw.

L'induit est fixe et comporte un bobinage imbriqué ordinaire.

Les inducteurs tournants, à l'intérieur de l'induit, ont 42 pôles et sont bobinés en ruban de cuivre nu ; la dépense d'excitation est de 2,2 pour 100 environ de la quantité d'énergie produite.

Au point de vue de leur réaction d'induit, ces machines n'appartiennent ni à la classe des machines à très faible réaction (comme les alternateurs des Moulineaux), ni à la classe des machines à forte réaction d'induit (comme les

alternateurs d'Orléans-Orsay), l'écart de tension entre le vide et la charge atteint, pour une valeur d'excitation constante, 8 à 10 pour 100 environ, d'après les chiffres de M. Détroyat.

A leur excitation sont affectés des *moteurs générateurs* transformant le courant continu emprunté à la ligne en courant continu à 130 volts. En effet, la construction des inducteurs tournants bobinés à l'aide de rubans de cuivre, comme le sont les alternateurs de l'usine, s'accommode bien mieux d'une tension voisine de 100 volts que d'une tension plus élevée. On peut aussi, par un bobinage convenable des transformateurs tournants affectés à cet usage, réduire beaucoup l'effet des variations de charge du réseau à 600 volts, pour en éviter la répercussion sur la tension des alternateurs.

Bien entendu ces transformateurs sont des moteurs générateurs simplement excités en dérivation.

Ils assurent, en même temps que l'excitation des alternateurs, l'éclairage des bâtiments de l'usine et des services accessoires : chaque groupe, d'une puissance de 65 kw environ, suffit pour deux groupes électrogènes et les services accessoires.

Groupes survolteurs. — Des survolteurs sont également affectés au service de l'usine et rentrent naturellement dans la partie usine de production de courant continu, car ils ont pour objet d'assurer le bon service des batteries en charge et en décharge, et la bonne répartition de la charge entre les batteries et les dynamos à courant continu.

Deux groupes électrogènes, chacun d'une puissance de 1200 kw, transforment le courant continu de 600 volts en courant continu à tension variable et reversible automatiquement pour le réglage de la batterie ; cette tension varie de — 25 à + 25 volts, pour assurer le service automatique de la batterie comme batterie-tampon. Enfin, on élève la tension de la génératrice par rhéostat, jusqu'à 150 volts à volonté, pour une charge à fond de la batterie.

L'emploi de tels groupes est bien connu de tous les ingénieurs des usines de tramways utilisant des accumulateurs ; mais chaque cas spécifique présente des particularités qu'il peut être intéressant de signaler. Le cas du Métropolitain ne fait pas exception, et il apporte une solution, selon nous, très heureuse au problème qui se pose, c'est-à-dire à la bonne répartition de la charge entre les accumulateurs et les machines ; il le résout de la manière suivante :

Le moteur est seulement excité en dérivation. La génératrice entraînée par ce moteur est montée en série sur les accumulateurs ; son induit est construit de manière à bien commuter sous la polarité réversible caractéristique de son fonctionnement. Son excitation comporte :

1° Un enroulement série parcouru par le courant total de charge ou de décharge de la batterie (ou plus exactement une proportion constante de ce courant, réglée, une fois pour toutes, à l'aide d'un shunt aux bornes de l'enroulement) (1).

2° Un enroulement en dérivation branché sur les barres du tableau et comportant en série un rhéostat pour en régler l'excitation en cas de charge à fond, comme nous l'avons indiqué plus haut.

C'est au premier de ces enroulements qu'est dû le fonctionnement automatique du survolteur quand la batterie sert de batterie-tampon.

C'est au second qu'on doit d'obtenir la tension élevée nécessaire pour la charge à fond de la batterie.

Groupes de réserve de l'usine génératrice. — L'usine génératrice comporte encore deux groupes transformateurs, qui ne peuvent guère être considérés que comme réserve à l'usine productrice de continu, car ces derniers groupes sont composés de transformateurs stationnaires et de commutatrices transformant le courant alternatif à haute tension en courant continu, transformation qui, naturellement, comporte une perte appréciable (2), et qui peut être évitée par l'utilisation directe du courant continu produit par le groupe électogène à courant continu.

Ce raisonnement suppose, bien entendu, que ce groupe électrogène est aussi économique que les groupes électrogènes à courant alternatif, ce qui est évidemment le cas.

Nous reviendrons sur ces groupes transformateurs lors de la description des sous-stations, car leurs dispositions à l'usine génératrice sont absolument identiques à leurs dispositions dans les sous-stations.

Bien entendu, leur mise en marche s'effectue dans les deux cas au moyen du courant continu, et leur synchronisation ne présente pas de difficultés particulières.

Tableau de distribution. — Le tableau de distribution de l'usine génératrice est formé d'une succession de panneaux portés par une galerie atteignant la hauteur du premier étage des machines ; il domine toute l'usine et permet à l'électricien de se rendre facilement compte des manœuvres mécaniques à tout moment.

Les panneaux comportent les appareils ordinaires, notamment 3 ampèremètres par phase et les divers appareils de réglage et de protection.

Signalons tout particulièrement les interrupteurs à levier à rupture dans l'air, et les parafoudres à levier, système Thury, pour protéger l'usine contre les décharges atmosphériques.

Constatations en service. — D'intéressantes constatations ont été faites au cours du fonctionnement de cette usine, notamment des mesures de consommation ont été prises au mois de décembre 1901 et ont donné les résultats suivants :

(1) Il diffère donc par cette condition de chacun des types de survolteurs examinés dans notre numéro du 10 septembre 1902.

(2) Malgré le rendement assez élevé de 88 à 90 pour 100.

1° La consommation du charbon s'élève à 1,8 kg par kw-h de courant continu, ce charbon étant du tout venant vaporisant 7,5 kg d'eau par kg.

2° La production totale en courant continu a été pendant ce mois : 1 047 568 kw-h, dont 901 812, soit 86,1 pour 100 pour la traction, et 145 756, soit 13,9 pour 100 pour l'éclairage.

Le nombre correspondant de trains-kilomètres étant de 295 000, la dépense par train-kilomètre a été de 3547 watts-heure, soit environ 61 watts-heure par tonne-kilomètre.

Nous retiendrons ce résultat qui nous permettra plus loin d'analyser les pertes dans la distribution et les pertes afférentes au service de traction.

Nous n'avons pas insisté sur les nécessités spéciales du *service d'éclairage*, qui a été cependant l'objet d'une précaution particulière, tout en étant assuré par séries de 5 lampes de 110 volts sous courant continu à 550 volts.

On a craint, pour accidents quelconques, l'extinction totale de ces lampes, et on a prévu deux circuits absolument distincts desservant chaque côté du tunnel. Bien entendu, ces circuits sont branchés avant les appareils de sécurité du tableau, afin qu'en cas de disjonction sur le circuit de traction, les batteries d'accumulateurs continuent à assurer le service d'éclairage.

L'extrait suivant de la conférence donnée par M. Détroyat, ingénieur du service du Métropolitain, à la Société internationale des électriciens, nous éclaire suffisamment sur les précautions prises pour assurer la continuité des services du Métropolitain, et les ressources dont on dispose à cet égard sont de nature à rassurer entièrement le public contre toute menace d'interruption de service.

En effet, depuis la mise en service de la ligne, qui a eu lieu le 19 juillet 1900, il y a eu fort peu de ces interruptions, malgré les difficultés particulières du début et les accidents inévitables sur un réseau de cette nature.

On sait que, pour des causes imprévues, l'usine de Bercy n'a pu être prête à temps, et la Compagnie du Métropolitain a dû s'adresser, au début, à la Compagnie parisienne de l'Air comprimé, située sur le boulevard Richard-Lenoir. Elle a pu ainsi avoir du courant continu qui lui a permis non seulement de charger sa batterie, grâce à un survolteur prêt à temps, mais aussi d'assurer le trafic, restreint, il est vrai, en recourant à un montage spécial destiné à éviter de trop gros à-coups aux machines de l'usine du boulevard Richard-Lenoir.

Plus tard, le trafic ayant sensiblement augmenté, la Compagnie du Métropolitain s'est adressée à l'usine des Moulineaux et à celle du « Triphasé » d'Asnières, pour la fourniture du courant triphasé, 5000 volts, 25 périodes.

Cette solution était possible grâce à l'existence :

1° De câbles de la Compagnie de l'Ouest, allant de l'usine des Moulineaux au pont de l'Alma.

2° De câbles allant du quai d'Orsay à la place de l'Étoile (ayant servi à alimenter la sous-station des Transports électriques de l'Exposition).

3° De câbles allant de la place de l'Étoile à l'usine du Triphasé à Asnières (ayant servi également à alimenter la sous-station des Transports électriques de l'Exposition).

4° De câbles allant de l'usine de Bercy à la sous-station de l'Étoile.

Ces câbles de 3×180 mm² posés le long du Métropolitain, sont au nombre de deux; ils peuvent transporter chacun une puissance de 1500 kw.

Depuis le 1er novembre 1901 jusqu'au 15 janvier 1902, l'usine de Bercy a fourni seule l'énergie nécessaire à l'exploitation actuelle. Depuis cette époque, de nouveaux traités passés avec les usines ci-dessus nommées ont obligé la Compagnie du Métropolitain à changer son régime d'alimentation.

La sous-station de l'Étoile est alimentée par le Triphasé ou les Moulineaux — plus normalement par cette dernière.

La sous-station provisoire des Champs-Élysées est alimentée par l'usine de Bercy, et il en sera de même de la sous-station du Louvre, qui doit la remplacer.

La sous-station de Barbès sera alimentée par le Triphasé d'Asnières.

Pour plus de détails, voir le tableau donné à la fin de cette étude.

Réseau de distribution et usines de secours. — En résumé, la distribution actuellement installée par la Compagnie du Métropolitain relie l'usine de Bercy à la sous-station de l'Étoile. Elle est composée de deux câbles triphasés à trois conducteurs de 180 mm², posés dans le tunnel le long de la voie.

Les pertes dans ce feeder de distribution s'élèvent, d'après diverses constatations faites en service en 1901, à environ 14,7 pour 100 (1).

M. Détroyat attribue ce chiffre élevé à l'absence d'un grand nombre d'éclisses électriques à l'époque considérée.

Aussi a-t-on répété plus récemment des essais, et trouvé pour perte en ligne une valeur d'environ 12 pour 100.

Quant aux ruptures d'éclisses qui motivaient la première valeur élevée signalée par M. Détroyat, il convient de retenir cet inconvénient, et nous verrons quelles précautions ont été prises sur la nouvelle ligne pour y remédier.

Sous-station de l'Étoile. — Avec la sous-station afférente à l'usine génératrice, et dont nous avons donné la composition ci-dessus, le plan primitif comportait une sous-station transformatrice, installée en sous-sol à la

(1) En effet nous avons vu plus haut que la consommation en courant continu relevée à l'usine génératrice était de 61 w-h par tonne kilomètre. Il résulte des essais de consommation faits sur les trains, et qu'on trouvera signalés plus loin, une consommation par tonne-kilomètre de 49 w-h pour la traction et 3 w-h pour le compenseur et les lampes, soit 52 au total.

La différence mesure les pertes de distribution et transformation, soit $\frac{61-52}{61} = \frac{9}{61} = 14,7$ pour 100.



place de l'Étoile, et devant être alimentée par le courant alternatif de l'usine de Bercy.

Cette sous-station comportait, dès le début, trois groupes transformateurs, composés chacun d'une commutatrice du Creusot et de trois transformateurs réducteurs de tension pour cette commutatrice.

L'extension prise par le service a motivé l'adjonction d'un quatrième groupe, construit par les ateliers Postel-Vinay pour la Compagnie française Thomson-Houston.

La puissance de ce nouveau groupe est la même que pour les précédents; nous nous bornerons donc à signaler les traits communs et les différences des deux modèles de commutatrices.

Toutes deux sont des commutatrices à 25 périodes et d'une puissance de 750 kw.

Celles du Creusot tournant à 250 tours, celles de la Compagnie Thomson-Houston à 300 tours : les unes ont donc 12 pôles, les autres 10.

Elles ont en commun une particularité qui est entièrement à leur avantage : elles ont 6 anneaux collecteurs de courant alternatif, et appartiennent à la catégorie de commutatrices qu'on désigne d'ordinaire sous le nom d'hexaphasées.

Elles fonctionnent, bien entendu, sous courant triphasé, mais l'induit est alimenté, pour chaque paire de pôles, en 6 points semblablement placés, ce qui réduit le parcours du courant, et par conséquent les pertes ohmiques dans l'induit de la machine, et lui donne un avantage économique sur les machines triphasées.

Ici, nous devons signaler une différence : Dans les commutatrices du Creusot, les enroulements secondaires des trois transformateurs alimentés par l'usine génératrice sont sans liaison directe.

L'enroulement 1 est relié à l'induit de la commutatatrice aux degrés 1 et 180 de la circonférence [1];

L'enroulement 2 est relié à l'induit de la commutatrice aux degrés 60 et 240 de celui-ci;

Et l'enroulement 3 aux degrés 120 et 300.

Les commutatrices Thomson-Houston, au contraire, sont alimentées par un double système triphasé d'enroulements secondaires dérivés par dédoublement des secondaires des transformateurs et formant deux triangles dont les sommets sont reliés aux six bagues de l'induit.

On évite par cette disposition les courts-circuits éventuels qui, pour certaines positions de l'induit, se manifestent avec le premier mode de montage, au moment de la mise en marche par courant continu.

Les transformateurs du Creusot et les transformateurs Thomson-Houston sont bien connus : ils appartiennent tous deux à la classe des transformateurs à ventilation artificielle et à insufflation d'air.

On sait quelle amélioration obtiennent ainsi les constructeurs dans la bonne utilisation des matériaux de construction (fer et cuivre).

[1] Ce serait 180 pour machines bipolaires, $\frac{180}{p}$ bien entendu pour machines à 2 p pôles.

La sous-station de l'Étoile est la seule qui comporte actuellement une batterie d'accumulateurs et des survolteurs, semblables à ceux de l'usine de Bercy.

Quant aux *tableaux de distribution*, divisés dans l'un et l'autre cas en groupes tout à fait distincts et séparés, affectés, l'un au continu, l'autre à l'alternatif, ils comportent, bien entendu, toutes les différences existant entre le matériel bien connu des deux Compagnies.

Augmentation du trafic de la première ligne. — En présence de l'intensité tout à fait imprévue du service, la Compagnie du Métropolitain a dû prendre des mesures qu'il convient d'indiquer brièvement, et nous nous étendrons ensuite sur celles de ces mesures qui présentent un intérêt particulier.

Tout d'abord, il fallait augmenter la capacité de transport des trains, en resserrant l'horaire autant que le permettait le block-system, ou en augmentant le nombre de voitures de chaque train.

Un rapide examen du système de signaux nous convaincra de son excellence, mais nous montrera qu'on ne peut guère songer à l'utiliser pour resserrer l'horaire au delà des limites de 2 minutes 1/2, actuellement admises en service.

On a donc *augmenté la capacité des trains*, en permettant au service d'exploitation d'élever facultativement, aux heures de la journée où le trafic l'exige, le nombre des voitures de chaque train de 4 à 8.

Enfin, la puissance actuellement nécessaire ne pouvant être fournie par la seule usine de Bercy, on a fait appel à l'usine du Triphasé d'Asnières et à celle des Moulineaux.

Ainsi que l'indique M. Détroyat dans sa conférence, trois solutions principales s'offraient pour permettre la distribution de cette énergie dans des conditions économiques, car nous avons vu plus haut que la perte dans le réseau était déjà considérable et l'insuffisance du feeder actuel était notoire. Trois solutions principales étaient donc en présence :

Doubler le troisième rail en partie ou en totalité, établir des feeders de ligne, ou construire une sous-station.

Pour la portion de ligne comprise entre l'usine de Bercy et l'Étoile, cette dernière solution étant la meilleure, la Compagnie du Métropolitain s'y est arrêtée en prévoyant une nouvelle sous-station au Louvre.

Pour la partie comprise entre l'usine de Bercy et Vincennes, c'est la seconde solution qui a été adoptée, et on a posé un feeder décroissant de 1000 mm² sur 1600 m de longueur.

En attendant l'installation de l'usine du Louvre, on a provisoirement installé aux Champs-Élysées une sous-station transformatrice qui représente un excellent modèle de sous-station provisoire; elle résoud de manière pratique les difficultés qui se présentaient.

Car il ne s'agissait de rien moins que de concentrer 2500 kw dans le faible espace disponible, sans couvrir trop de la longueur des quais et sans encombrer les accès aux voitures.

A cette sous-station a été réservé l'un des accès de la gare des Champs-Élysées et une faible longueur de chacun des quais.

Sur chaque quai est installée une commutatrice Thomson-Houston de 750 kw et ses transformateurs d'alimentation, et dans le couloir d'accès de la gare est installé le tableau de distribution provisoire qui comporte deux panneaux alternatifs commandant les machines, et deux panneaux à courant continu les reliant directement au troisième rail au droit de la gare des Champs-Élysées.

Ces derniers panneaux sont des tableaux de traction ordinaires.

Les premiers sont des tableaux alternatifs plus intéressants à décrire, puisqu'ils comportent, avec un encombrement aussi minime que possible, des perfectionnements très notables de commande; notamment :

Un interrupteur à huile pouvant être manœuvré à la main ou pouvant disjoncter automatiquement pour une certaine surcharge prédéterminée du réseau. Il nous est malheureusement impossible d'insister maintenant sur la description de ce tableau sur lequel il nous sera sans doute donné de revenir plus tard.

En service ininterrompu depuis plusieurs mois, la sous-station des Champs-Élysées a grandement allégé le travail de la sous-station de Bercy et de l'Étoile, et réduit notablement les pertes dans la distribution.

Tandis que la sous-station de l'Étoile, précédemment décrite, est reliée à l'usine du Triphasé d'Asnières ou aux Moulineaux, la sous-station des Champs-Élysées est toujours alimentée par l'usine de Bercy, mais nous avons vu plus haut qu'on disposait des lignes de distribution nécessaires pour faire telles combinaisons qu'on voudrait entre usines et sous-stations.

Signaux et téléphones. — Les caractères du système de signaux employé ressortent nettement des indications ci-dessous, données par M. Détroyat. Le block-system du Métropolitain procède du système Hall.

On sait que les signaux du système Hall se composent, dans les chemins de fer, de trois éléments principaux :

1° Les signaux proprement dits, indiquant la voie libre ou fermée suivant leur couleur;

2° Les relais actionnant les signaux par fermeture ou ouverture des circuits électriques;

3° Les piles fournissant l'énergie nécessaire.

Sur une même voie, les deux rails servent de conducteurs, chacun d'eux étant respectivement connecté à un des pôles de la batterie des piles, d'une part, et à une des bornes du relais, d'autre part.

Les rails étant sectionnés au moyen de joints isolants, un train de roues quelconque arrivant dans une section met la pile en court-circuit. Le relais tombe et le signal est actionné.

Dans le cas du Métropolitain, cette solution présentait de nombreux inconvénients, puisque les rails de roulement servent de retour au courant de traction.

La chute des relais a été alors obtenue au moyen de pédales actionnées par les bandages des roues, qui coupent momentanément le circuit des piles.

Le principe d'exploitation de ces signaux est le suivant :

Lorsqu'un train passe sur la pédale d'un signal, il met celui-ci à l'arrêt, laisse à l'arrêt le précédent, et remet à voie libre l'anté-précédent. Tout train est donc protégé par deux signaux consécutifs à l'arrêt, dont l'intervalle constitue une section de bloc.

Sans nous arrêter plus longtemps sur ce sujet, disons que, pendant l'année 1901, il y a eu, sur l'ensemble du réseau, actuellement en exploitation, 11 200 000 opérations de signaux sans un raté dû au système lui-même.

Les installations téléphoniques se composent de deux réseaux principaux :

1° Le réseau reliant entre elles les gares principales, l'usine et les ateliers. Ce réseau est du système Dardeau, qui permet à deux postes quelconques de communiquer entre eux au moyen de relais polarisés, avec deux fils de ligne;

2° Le réseau reliant successivement toutes les gares entre elles.

Il se compose de simples postes ne présentant aucune particularité.

Équipements primitifs à 4 voitures. — L'extension qui présente peut-être le plus d'intérêt et qui offrait le plus de difficultés, était celle de la capacité des trains, puisqu'il a été constaté qu'on ne pouvait pas en rapprocher les départs.

On sait que les *trains primitifs* comportaient 4 voitures, dont une automotrice équipée à deux moteurs Westinghouse de 100 chevaux chacun, prévus pour un trafic beaucoup moins considérable que le trafic existant actuellement : ce sont des voitures à deux essieux, munies de 4 frotteurs empruntant le courant au troisième rail.

Ils effectuaient normalement la remorque des trains de 4 voitures et, quand le service l'exigeait, de 5 voitures, pesant au total environ 60 tonnes; ils n'étaient pas susceptibles d'accélérations très élevées, consommaient environ 49 watts-heure par tonne-km, d'après les essais signalés par M. Détroyat, plus 3 watts heure environ pour l'éclairage et la marche des compresseurs.

Pour augmenter la capacité des trains, diverses solutions ont été examinées, notamment celle qui consiste à conserver les équipements ci-dessus et à les munir de servo-moteurs analogues à ceux qui ont été examinés au cours de notre étude des trains à unités multiples.

Une autre solution a été étudiée et réalisée par la Compagnie Thomson-Houston, qui lui a donné le nom de système à unités doubles, par opposition au système à unités multiples qui en serait la généralisation : ce système a été décrit dernièrement dans un bulletin de cette Compagnie, auquel nous emprunterons quelques photographies et quelques données intéressantes.

Trains de 8 voitures à 2 automotrices. — Le principe



consiste à réunir dans un train deux équipements à deux moteurs susceptibles d'être commandés indépendamment ou commandés solidairement par deux combinaisons différentes.

Si, par exemple, chaque équipement est composé de 2 moteurs, chacun d'eux pourra se prêter à la régulation série-parallèle en *marche isolée* et avec un train de 4 voitures. Si on les associe pour faire un train de 8 voitures, la combinaison série-parallèle pourra se faire entre les moteurs de la première voiture motrice et les moteurs de la seconde.

Dans ce cas les moteurs de la première forment un groupement indivis, il en est de même des moteurs de la seconde; il suffit par conséquent de pouvoir effectuer les combinaisons nécessaires à la marche à partir de la cabine d'avant du train ou cabine d'une des voitures motrices.

On voit donc qu'un câble doit relier le groupe de moteurs de la seconde voiture au groupe de moteurs de la première, mais ce câble suffit pour les deux couplages série et parallèle.

Dans le *couplage série*, il relie l'entrée du second groupement de moteurs à la sortie du premier, et le courant recueilli par les frotteurs de la première voiture traverse successivement le premier groupement et le second, pour passer à la terre, directement donnée au second groupement sous le châssis de la seconde voiture.

Dans le *couplage en parallèle*, la terre est encore donnée directement à la seconde voiture, et le wattman, à l'aide de son contrôleur, donne la terre à la première voiture, tandis que le câble de liaison relie les pôles positifs des deux groupements.

On voit que les couplages sont réalisés à l'aide d'un seul câble, pourvu que les résistances de réglage soient portées entièrement par la première voiture (la seconde devra être munie de résistances analogues associées à son contrôleur de commande quand elle devient voiture de tête de train).

Quant à l'inversion de marche, elle a été élégamment réalisée par la Compagnie Thomson-Houston, à l'aide d'un inverseur commandé à distance, analogue à l'inverseur employé par la même Compagnie au Manhattan de New-York, et décrit dans un de nos précédents numéros.

Une description du mode d'emploi et de la réalisation de détail de ces équipements a été clairement donnée par la Compagnie Thomson-Houston dans des termes que nous nous contenterons de résumer :

Mode d'emploi et avantages du système à unités doubles Thomson-Houston. — Ce mode de traction, tout en présentant maints points de ressemblance avec le système à « unités multiples Thomson-Houston », en ce qui concerne les facilités d'exploitation, en diffère néanmoins complètement dans la construction et correspond à la réalisation pratique des conditions de service suivantes :

Aux heures de faible trafic, faire circuler, à des intervalles de temps déterminés, par exemple toutes les trois minutes, des trains composés chacun d'une voiture motrice et de 3 voitures remorque, d'un poids total en charge d'environ 50 tonnes, effectuant le trajet aller et retour de Vincennes à Maillot en une heure environ.

Au moment où le trafic augmente, accoupler les trains précédents deux par deux, de manière à en doubler la capacité et à en former un seul train composé de deux voitures motrices l'une en tête, l'autre en queue, et de six voitures de remorque intercalées entre les deux automotrices, mais de telle façon que ce nouveau train double ainsi constitué puisse être commandé par un seul wattman, avec le contrôleur de la cabine qui est à l'avant du train, les moteurs des deux motrices fonctionnant simultanément avec une concordance parfaite.

Ce système, que nous décrivons ci-après, présente notamment les avantages suivants :

1° Absence complète de tout appareil automatique pendant la marche;

2° Simplicité remarquable de l'accouplement des voitures motrices, associées deux par deux, chacun des trains simples ou doubles se conduisant absolument comme une motrice unique au moyen d'un contrôleur série parallèle;

3° Marche économique en série parallèle dans les meilleures conditions possibles dans les deux cas;

4° La commande de la deuxième voiture à la queue du train par le contrôleur de la première s'effectue par l'intermédiaire *d'un câble* seulement passant sur toutes les voitures de remorque d'un bout à l'autre du train, d'où simplicité remarquable;

5° Marche arrière à volonté avec les deux motrices et, par suite, freinage électrique en cas d'urgence en renversant le courant dans les deux motrices à la fois. A cet effet, deux fils de très faible section courent tout le long du train à côté du câble dont nous parlons ci-dessus.

La solution actuelle emprunte une grande simplicité aux conditions spéciales du réseau du Métropolitain, particulièrement au fait que chaque motrice est munie d'une seule cabine de wattman, puisque les trains utilisent aux extrémités de lignes une boucle de voie pour passer du quai d'arrivée au quai de départ.

Le système de traction à « unités doubles » Thomson-Houston s'explique très facilement au moyen d'un schéma de couplage indiqué dans la figure 2.

Voici en quelques mots comment s'effectuent les manœuvres, très simples d'ailleurs, pour la marche à 4 ou à 8 voitures :

Supposons le train à 4 voitures en service.

Le wattman met la poignée du commutateur spécial M.-I, dans la position « 4 voitures », accroche les coupleurs aux extrémités du train dans leurs supports respectifs, et le train est prêt à partir.

Lorsque le trafic augmente, les chefs de mouvement donnent l'ordre de former un nombre quelconque de trains de 8 voitures, qui prennent la place d'un nombre correspondant de trains à 4 voitures. Il suffit pour cela de rapprocher bout à bout deux trains de 4 voitures, de

faire les attelages de la manière habituelle, d'enfoncer les coupleurs correspondants et de mettre dans chacune des motrices le commutateur spécial dans la position « 8 voitures ».

Le train est prêt à partir, et le wattman peut se placer dans l'une quelconque des cabines, quel que soit leur position relative dans le train, pour commander la marche de tout le train.

On conçoit combien la simplicité de ce mode de traction permet de suivre avec la plus grande facilité les fluctuations de trafic sur une ligne, et de profiter des affluences qui peuvent se produire, en doublant en très peu de temps la capacité de transport des trains, ce qu'il serait impossible de réaliser en augmentant la fréquence des départs, attendu que cette fréquence est elle-même limitée par la longueur même des blocks automatiques échelonnés sur la ligne.

Les motrices, ainsi que nous l'avons dit, peuvent être accouplées dans une position respective quelconque l'une par rapport à l'autre : soit les deux en tête d'un train à 8 voitures; soit l'une en tête, l'autre au milieu; soit l'une en tête, l'autre en queue, les deux cabines se trouvant aux extrémités du train (fig. 2).

Ces divers modes de couplage ont été essayés en pratique et ont chacun leurs avantages pour l'exploitation. Le mode de couplage qui a donné le plus de satisfaction jusqu'ici sur la ligne du Métropolitain est celui qui consiste à avoir les deux motrices en tête et en queue (fig. 2), de manière à pouvoir marcher dans un sens ou dans l'antre en cas de nécessité; ainsi, dans le

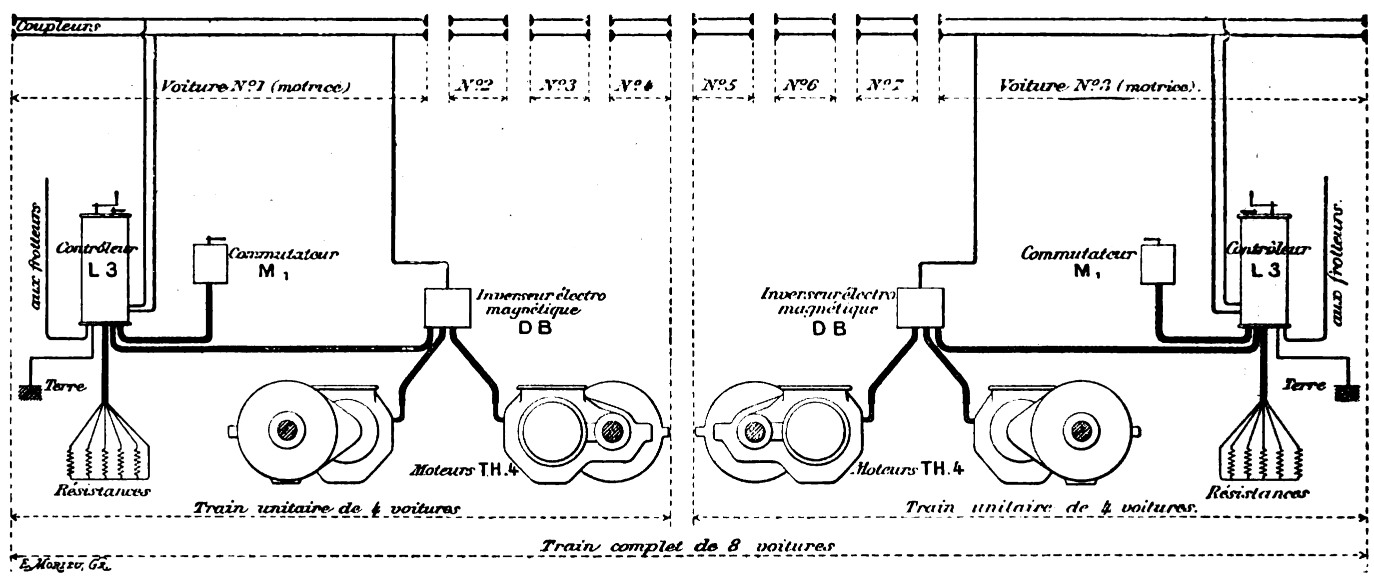


Fig. 2. — Diagrammes de connexions d'un train à 8 voitures.

cas où l'une des boucles terminales viendrait à être obstruée, il suffirait au wattman de se transporter de la cabine de tête dans la cabine de queue, et de marcher en sens inverse pour reprendre immédiatement son service en simple navette comme si rien n'était. Cette disposition permettrait également, en cas d'obstruction sérieuse et durable sur un point de la ligne, de faire le service en navette isolément sur chacun des deux tronçons de part et d'autre de ce point. On conçoit aisément les diverses combinaisons très importantes dans une exploitation intensive, que permet l'élasticité de ce système à « unités doubles Thomson-Houston ».

Constitution des équipements. — Toutes les motrices sont identiques entre elles et absolument interchangeables au point de vue de la marche en trains à 4 ou 8 voitures.

La cabine du wattman de la motrice contient les appareils suivants :

1 contrôleur à soufflage magnétique L-3-M.
1 disjoncteur automatique M. K.
1 plomb fusible à soufflage magnétique M. L.
1 parafoudre M. D.
1 commutateur spécial M. I. à deux positions.

Puis sur la voiture motrice se trouvent encore :

1 jeu de résistance pour la marche en série-parallèle.
1 inverseur électromagnétique pour la marche arrière.
2 moteurs T. H. 4.
4 frotteurs de prise de courant pour troisième rail.
1 compresseur d'air électrique à commande automatique pour les freins.

Sur chacune des faces avant et arrière de la voiture se trouvent :

1 coupleur pour câble de train.
1 coupleur à 2 fiches pour inverseurs.

La figure 3 donne un aspect de la cabine du wattman et montre les principaux appareils qu'elle contient.

Quant aux voitures elles-mêmes, on a augmenté les facilités d'accès et de sortie en mettant de larges portes centrales.

La figure 4 est une vue d'ensemble du combinateur, la figure 5 une vue d'ensemble du moteur, la figure 6 des dessins d'encombrement et de suspension du moteur.

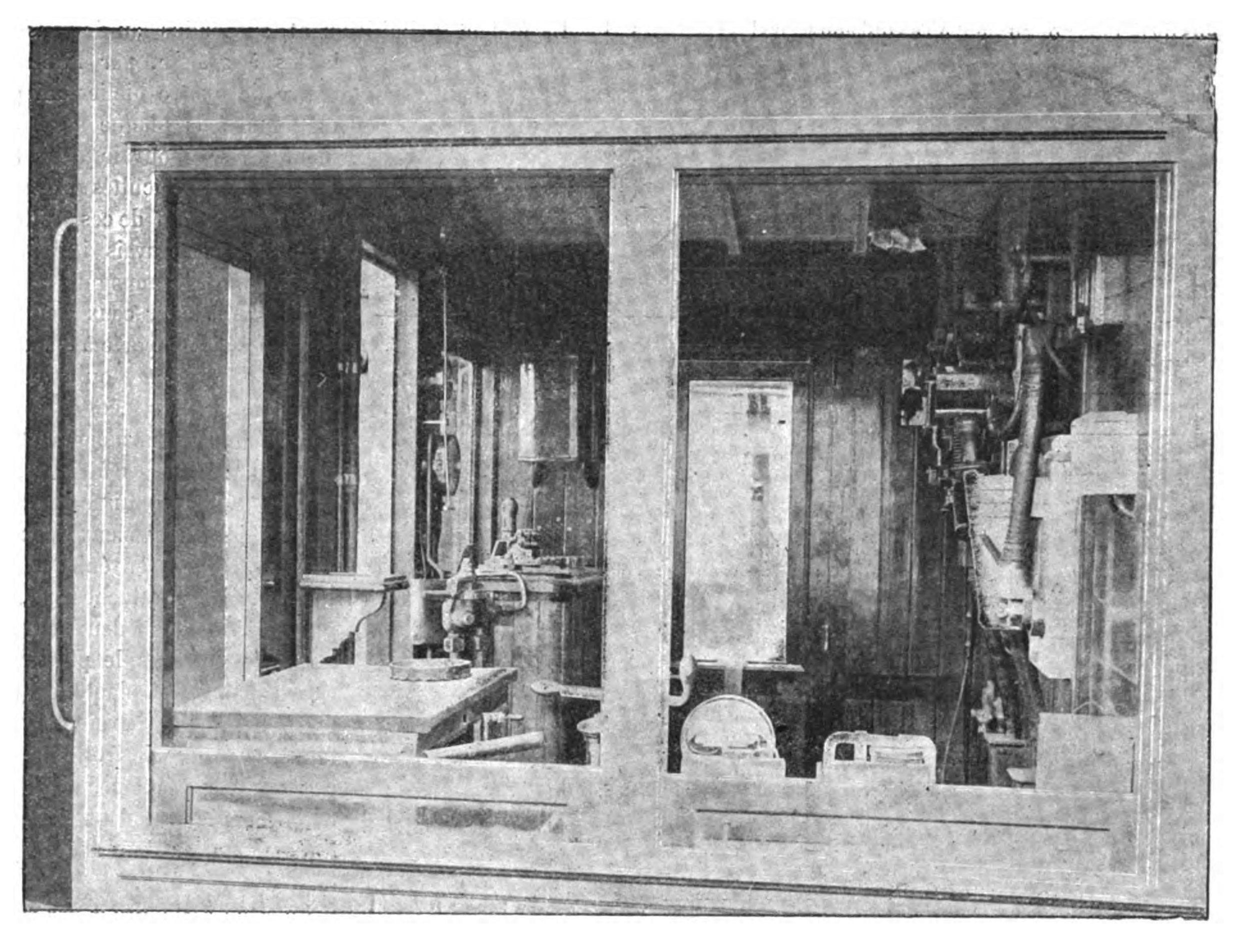


Fig. 3. — Cabine de wattmann d'un train à 8 voitures.

dont les conditions de fonctionnement sont représentées sur le diagramme de la figure 7.

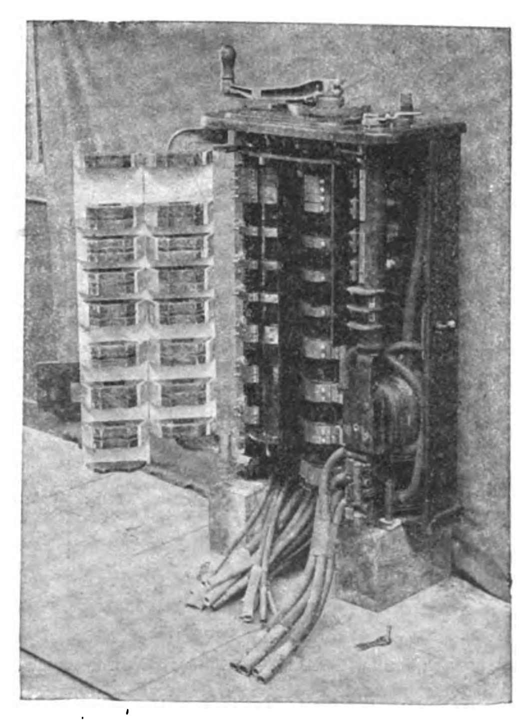


Fig. 4. — Contrôleur ou combinateur.

On a amélioré la ventilation, et, au point de vue électrique, on a apporté à l'ensemble quelques perfectionne-

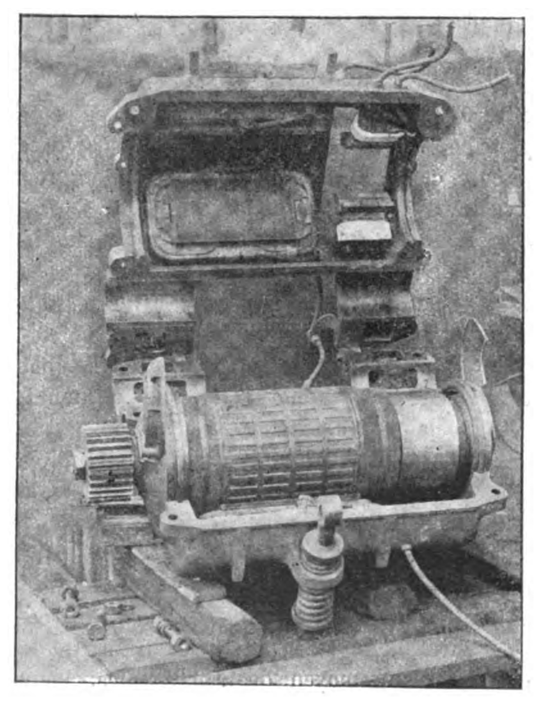


Fig. 5. — Moteur T. H. 4. Vue d'ensemble.

ments de détail, notamment en ce qui concerne les frotteurs. | Ils étaient primitivement suspendus au-dessous des boites à graisse, par l'intermédiaire de quatre bielles qui permettaient à la plaque de frottement de se mouvoir dans tous les sens. Des difficultés provenant de la dislocation de ces frotteurs et de leur mauvais isolement, ont amené la Compagnie du Métropolitain à fixer ceux-ci sur un bloc de bois en porte à faux sur la boite à graisse, ou sur une pièce de bois située entre les deux essieux, d'un même côté, et s'appuyant sur des étriers fixés sur les boites à graisse, permettant le jeu des essieux dans les courbes, sans inconvénient.

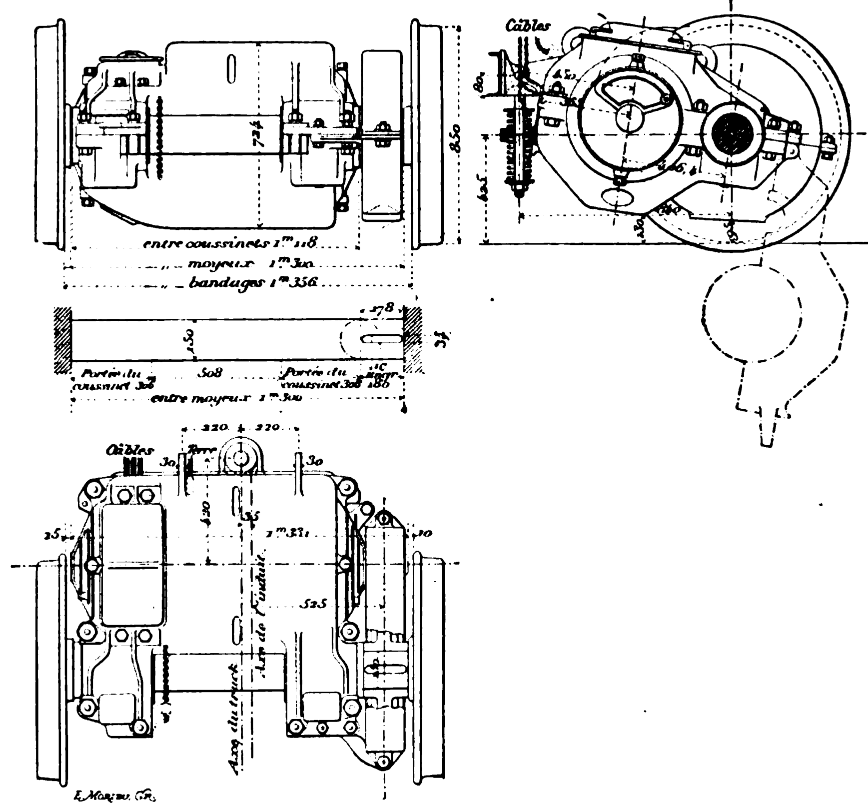


Fig. 6. — Moteur T. H. 4. Dessins d'encombrement et de suspension.

Les bielles d'attaches ont, de plus, été réduites à deux, l'axe de celle-ci étant dans le plan vertical médian de la plaque de frottement parallèle à la voie. De cette façon, la plaque de frottement ne peut que se déplacer verticalement et pivoter, dans certaines limites, autour d'un axe perpendiculaire à la voie.

Nous ne reviendrons pas sur la disposition de ces équipements à l'occasion de la seconde ligne, sur laquelle ils sont seuls en service; ils présentent là, d'ailleurs, un intérêt tout particulier, en raison de l'absence de boucles terminales, et l'aiguillage est fait au moyen d'une aiguille double permettant de passer simplement les trains de la voie montante à la voie descendante ou inversement.

II. — LIGNE N° 2 OU LIGNE CIRCULAIRE

Le tracé de cette ligne circulaire est représenté au plan figure 1, et elle comporte, ainsi que le représente ce plan, une partie en tunnel et que l ques sections en viaduc.

Les gares sont de construction plus simple que celles de la première ligne.

Les longueurs des quais ont été, pour les besoins des trains, portées de 76 à 78 m.

Enfin, les traverses créosotées de la voie, dont l'odeur viciait l'atmosphère du premier tunnel, ont été abandonnées.

La section de la ligne circulaire Nord, limitée par les gares de l'Étoile et de la place d'Anvers, a été ouverte à l'exploitation le 7 octobre.

La section de voie parcourue par les trains se termine actuellement au voisinage du boulevard Barbès, de sorte qu'il est nécessaire, pour le service de navette, de faire passer les trains d'une voie à l'autre au moyen de transversales. Pour

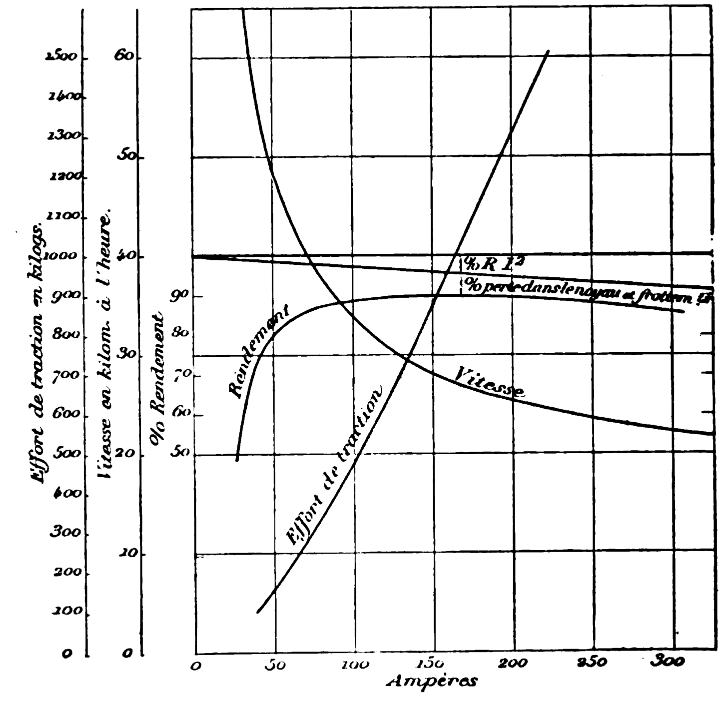


Fig. 7. — Moteur Thomson-Houston des trains à 8 voitures. Courbes caractéristiques

plus de sécurité, on a établi une bretelle double, qui sera ultérieurement conservée et pourra servir encore au

passage des trains d'une voie à l'autre en cas d'accident immobilisant le prolongement de la ligne.

On fait usage, sur cette bretelle double, d'aiguilles automatiques à contre-poids, c'est-à-dire d'aiguilles n'exigeant aucune manœuvre; c'est, croyons-nous, le seul exemple d'emploi sur la ligne du Métropolitain, et il sera intéressant d'en suivre le fonctionnement et d'en noter les résultats.

Voie de roulement et rail de prise de courant de la deuxième ligne. — Le courant est recueilli par les frotteurs des voitures sur des rails de prise de courant, qui présentent la même section que les rails de la voie de

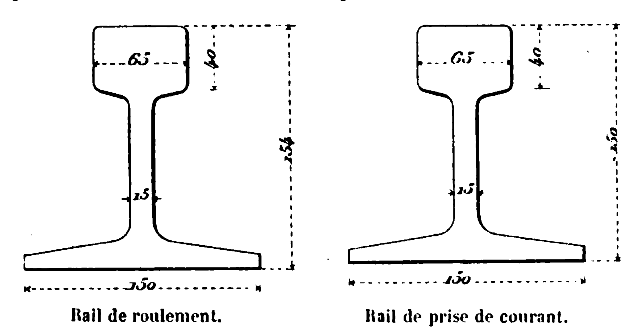


Fig. 8. — Coupe des rails.

roulement, mais, *contrairement à ce qui a été fait* sur la première ligne, ils n'ont pas la même composition.

Au lieu d'être en acier dur, ils sont en acier doux, d'une conductibilité supérieure de 20 à 30 pour 100 à celle de l'acier dur.

Teneur en carbone.	0,15 pour 100.
Teneur en manganèse.	0,55 —

M. Détroyat a indiqué, dans sa conférence faite à la Société internationale des électriciens, qu'on regagnait en moyenne 20 pour 100 des pertes de distribution, et qu'on économisait ainsi les feeders, tout en restant dans des limites d'usure très faible avec les teneurs en carbone et en manganèse indiquées ci-dessus. C'est donc une pre-

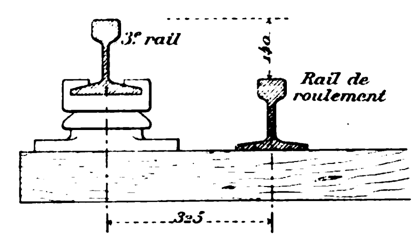


Fig. 9. — Position respective des rails.

mière et très sérieuse amélioration pour la Compagnie du Métropolitain d'avoir adopté ces rails de construction spéciale, qui coûtent sensiblement le même prix, et sont susceptibles d'une utilisation supérieure de 20 pour 100 à l'utilisation première.

Quant au montage même du troisième rail, il est fait d'une manière analogue à celle de la première ligne. Les traverses, de 4 en 4, sont prolongées de la longueur voulue pour supporter le troisième rail sans porter à faux; des isolateurs, dont la matière isolante est constituée d'ambroïne, sont fixés par tirefonds sur ces traverses de support; leur distance moyenne est de 3,60 m.

La position respective des rails est indiquée dans la coupe partielle de la voie, représentée figure 9.

Les *isolateurs*, représentés figure 10, sont remarquables par leur faible encombrement, et leur hauteur très réduite permet d'assurer une stabilité aussi parfaite

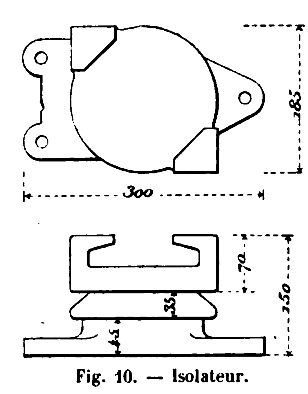


Fig. 10. — Isolateur.

que possible au troisième rail et de réduire beaucoup les trépidations ou les tendances de déviation de l'ensemble.

On voit que l'isolateur comporte trois parties :

1° Une base solide et d'un empattement suffisant, constituée de fonte malléable fixée par trois tire-fonds au bois de la traverse.

2° Un chapeau isolant en ambroïne recouvrant la première partie et assurant un isolement satisfaisant de celle-ci avec la troisième et dernière partie.

3° Un chapeau supérieur qui supporte le rail. Ce chapeau repose sur l'isolant et supporte le patin du rail de la manière la plus simple.

La figure 9 fait suffisamment comprendre la simplicité du montage adopté, les patins du rail étant emprisonnés dans les coins recourbés du chapeau supérieur de l'isolateur, mais parfaitement libres de glisser.

La *continuité du troisième rail* est assurée par un

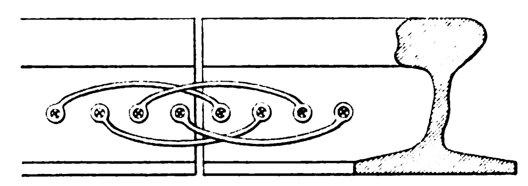


Fig. 11. — Éclissage électrique des rails.

éclissage électrique à joints « Chicago », représenté figure 11.

Les joints sont très courts et rigides, cette rigidité n'ayant pas pour le troisième rail l'inconvénient qu'il présente pour la voie de roulement, comme nous l'indiquerons plus loin.

Du type « Chicago » ordinaire, ces joints sont fixés par goujons matés à la manière ordinaire dans l'âme du rail.

Les joints électriques sont aussi courts que possible et logés entre les contre-éclisses du troisième rail.

Ils sont au nombre de quatre par éclissage et présentent une section de 500 mm².

La *voie de roulement* accusait sur la première ligne des trépidations provoquant des ruptures de joints électriques, qu'on a pu récemment éviter sur la seconde. En effet, les joints électriques du rail de roulement étaient rigides et subissaient les à-coups d'un joint mécanique appuyé, étant connectés directement de part et d'autre de la traverse du joint.

Un double remède a été apporté à ces inconvénients dans la construction de la ligne 2 :

1° Aucune traverse n'est placée sous le joint, mais les traverses adjacentes sont beaucoup plus voisines, étant distantes en cet endroit de 45 cm au lieu de 90.

2° Les connexions électriques sont souples et constituées comme suit :

La tête et le rivet du « Chicago » sont conservés, mais le connecteur lui-même, auquel est fixée la tête du « Chicago, est constitué de sept rubans de cuivre de 1,5 mm d'épaisseur sur 20 mm de largeur.

Les quatre rails des deux voies étant en parallèle, la conductibilité totale des joints, tous les 18 mètres, est représentée par celle de 28 rubans de cuivre de 1,5 mm × 20 mm, conductibilité bien supérieure à celle de la voie courante.

Ces rubans sont fixés simplement par leurs extrémités; ils sont réunis par la tête du « Chicago ». Leur dilatation peut se faire de manière absolument indépendante dans toute la longueur; ils n'ont aucune rigidité, sont d'une pose facile et d'un prix de revient probablement peu élevé, de sorte qu'ils paraissent réaliser, pour le moment du moins, une réelle amélioration sur les premiers joints adoptés.

Les *interruptions du troisième rail* présentent une disposition particulière qu'il est intéressant de signaler :

On sait qu'à l'arrivée de l'interruption le troisième rail est toujours terminé par un plan incliné, qui permet au frotteur de reprendre contact sans rupture, et de revenir progressivement à son niveau normal à la surface du rail. C'est en cintrant les rails qu'on réalise généralement les plans inclinés destinés à cet usage.

Ici, la Compagnie du Métropolitain a adopté sur la nouvelle ligne une autre solution, qui consiste à entailler l'âme du rail à la scie, de façon à séparer la partie supérieure de la partie inférieure, et à cintrer la partie supérieure seule.

On peut, sans figure, faire comprendre la disposition adoptée, en la désignant par le nom caractéristique de bec de cane.

Cette disposition se prête particulièrement bien à l'addition d'une pièce de bois garnissant le plan incliné, et permettant de mieux guider le frotteur lors de la reprise des contacts.

La jonction entre ces terminaisons de troisième rail se fait par des câbles fixés au rail au moyen de joints Chicago et isolés dans une conduite en bois reposant sous le ballast.

Dans l'état actuel des travaux le troisième rail est arrêté à Barbès, et on a installé sous couverture métallique un atelier provisoire de visite et de réparation des voitures, pouvant contenir deux trains de 8 voitures.

Cet atelier provisoire est desservi par un trolley dont le mode de suspension diffère des fils aériens ordinaires par la suspension latérale. Les griffes ressemblent aux griffes ordinaires de trolley, mais elles supportent le conducteur latéralement, au lieu de le supporter par en haut.

Dans l'aménagement de cet atelier, on a ingénieusement profité de la forte rampe de Barbès pour installer une fosse de visite des voitures. Il a suffi de supporter les rails sur lesquels roulent ces voitures, par un plancher horizontal rachetant la rampe, de sorte qu'on a, entre ce plancher et le niveau de la voie, la hauteur d'une fosse de visite suffisante.

La prise de courant sur ces conducteurs est faite, non par un petit trolley ordinaire, mais par un petit chariot roulant sur ces fils par l'intermédiaire de deux galets; ces deux galets supérieurs roulent sur le fil pendant que deux galets inférieurs emprisonnent celui-ci, et assurent la parfaite stabilité du chariot, dont ils abaissent d'ailleurs le centre de gravité.

Une longueur de 8 à 10 m de fil souple, susceptible d'être rallongée encore au moyen de câble à deux conducteurs et de coupleurs analogues à ceux des voitures, permet de tirer un très heureux parti de ce dispositif, d'abord facilement amovible, et donnant lieu à aussi peu de difficultés que possible.

Comme les voitures ne pourraient prendre de courant à l'aide de leurs frotteurs, on leur donne le courant à l'aide de ce chariot, les 8 à 10 m de fil auquel il aboutit étant terminés par une fiche qui vient s'encastrer exactement dans une douille ménagée à cet effet à la partie supérieure des voitures.

La construction du viaduc et des gares au delà de Barbès présente un très grand intérêt, mais sera susceptible d'une étude plus approfondie dans la suite.

Contentons-nous de signaler comme points les plus intéressants les viaducs sur lesquels le Métropolitain franchit les lignes de chemin de fer du Nord et de l'Est.

Signalons encore les dispositions de blindage, les planchers bitumés et les travaux en ciment pour l'écoulement des eaux dans les différentes parties du viaduc.

Cette préoccupation de l'écoulement des eaux a obligé les ingénieurs à ménager de nombreux drains à crépines entre le sol supportant la voie et l'infrastructure en fer et ciment du viaduc.

C'est également sur les travaux de cette nature qu'il conviendrait d'insister actuellement si nous devions suivre les travaux du Métropolitain jusqu'à leurs plus modernes développements.

D'un intérêt tout spécial serait alors l'examen des travaux actuels sur la ligne du Trocadéro, aboutissant à la Seine, rue Alboni, et ceux du prolongement de cette ligne rive gauche; les travaux de consolidation de ter-

rains et de construction de tunnels au-dessus des carrières de la Rive gauche; ceux du boulevard de Vaugirard et de l'avenue du Maine, etc.

Dans une pareille entreprise, nous pouvons être assurés que toutes ces questions particulières intéresseraient nos lecteurs, mais nous ne voulons pas nous étendre trop longuement sur les travaux de construction, d'ailleurs si remarquables, auxquels le Métropolitain a donné et doit encore donner lieu. Nous conclurons donc cette étude en résumant le plus brièvement possible l'état actuel du réseau du Métropolitain et du trafic considérable qu'il est parvenu à réaliser (nous pourrions indiquer comment la répercussion s'en est déjà fait sentir sur le trafic de lignes parallèles insuffisamment armées pour soutenir la concurrence; mais nous jugeons plus intéressant de réserver cette question et d'en suivre les phases futures). Enfin nous opposerons naturellement, à l'état actuel encore incomplet du Métropolitain, l'état définitif tel qu'il ressort des dispositions d'ores et déjà arrêtées, encore en projet ou déjà en exécution, pour prouver que Paris sera bientôt en possession d'un des plus beaux réseaux métropolitains qui soient au monde.

Points d'alimentation actuels et dispositions définitives adoptées pour la ligne 2. — L'alimentation a lieu actuellement par l'Étoile, mais bientôt la ligne recevra du courant de l'usine de Barbès encore en montage.

La partie actuellement réalisée des extensions futures du Métropolitain ne donne qu'une faible idée des plans définitifs qui se comprendront parfaitement d'après le tableau suivant.

Emplacements approximatifs des sous-stations :

Louvre : Sur le terre-plein de la place du Louvre.

Étoile : Sur la place de l'Étoile.

Barbès : Au coin du boulevard Barbès et du boulevard de la Chapelle.

Père-Lachaise : Au coin du boulevard Ménilmontant et de l'avenue de la République.

Montparnasse : Au coin du boulevard Raspail et du boulevard Edgar-Quinet.

Opéra : Place de l'Opéra.

République : Place de la République.

Buttes-Chaumont : Dans la partie basse des Buttes-Chaumont.

Beau-Grenelle : Place Beau-Grenelle.

Les différentes lignes seraient alors alimentées comme suit :

Lignes.	*Sous-stations (y compris l'usine de Bercy).*
Ligne n° 1. — Vincennes-Maillot.	Usine de Bercy, Louvre, Étoile.
Ligne n° 2 Nord. — Étoile-Nation par les boulevards extérieurs Nord	Étoile, Barbès, Père-Lachaise.
Ligne n° 2 Sud. — Étoile-Nation par les boulevards extérieurs Sud.	Étoile, Montparnasse, Usine de Bercy.
Ligne n° 3. — Parc Monceau-Place Gambetta, par la rue Réaumur	Opéra, République, Père-Lachaise.
Ligne n° 4. — Porte-Clignancourt Porte-d'Orléans (transversale Nord-Sud). .	Barbès, Louvre, Montparnasse.
Ligne n° 5. — Place-d'Italie Gare de l'Est	Usine de Bercy, République.
Ligne n° 6. — Palais-Royal Place du Danube.	Opéra, Buttes-Chaumont.
Ligne n° 7. — Opéra-Auteuil.	Opéra, Beau-Grenelle.

Accroissement de trafic et circulation actuelle des trains. — Pour donner une idée du trafic considérable développé progressivement sur la ligne 1 et de l'appoint appréciable apporté par l'ouverture de la ligne 2, il suffit des quelques chiffres que nous emprunterons aux statistiques officielles; en l'année 1901, il a été transporté 48 478 000 voyageurs, soit 3 645 000 par kilomètre, soit en moyenne 134 661 par jour, ou 1 346 610 en dix jours.

Or, dans la première décade du mois de novembre 1902, les chiffres correspondants ont été les suivants :

Dates.	Voyageurs.
1er novembre 1902.	200 113
2 —	252 764
3 —	237 810
4 —	217 805
5 —	215 094
6 —	233 364
7 —	202 227
8 —	222 993
9 —	283 046
10 —	256 639
Totaux.	2 303 855

d'où augmentation de 2 303 855 — 1 346 610 = 957245, soit 71 pour 100.

Quant à l'intensité de circulation des trains sur les lignes 1 et 2, elle est définie actuellement dans le tableau suivant :

Ligne 1.

Époque.	Nombre total de trains.	Trains à 4 voitures.	Trains à 8 voitures.
5h 30m à 6h 30m. . . .	22	14	8
6h 30m à 9h 30m. . . .	27	14	13
9h 30m à 3h 30m. . . .	26	26	»
3h 30m à 5h	26	22	4
5h à 9h	27	14	13
Après 9h soir.	13	13	»

Jusqu'à 9 heures du soir la fréquence des trains est de un par 3 minutes environ. Après 9 heures du soir il y a un train seulement par 6 minutes.

Dimanche, 9 trains à 8 voitures, donc départ toutes les 3 minutes.

Ligne 2. — 8 trains à 8 voitures, donc départ toutes les 6 minutes, c'est-à-dire 10 départs à l'heure.

Les trains parcourent la ligne 1 en 30 minutes et font un stationnement maximum de 9 minutes à chaque extrémité.

Les trains de la ligne 2 effectuent leur parcours actuel, Étoile-Anvers, en 15 minutes et stationnent au plus 9 minutes à chaque bout.

Tout fait prévoir que le trafic de la ligne 2 augmentera encore et qu'il en sera de même de la fréquence des trains. A. B.

QUELQUES

APPLICATIONS DES CLAPETS ÉLECTROLYTIQUES

Quoique de création très ancienne, puisqu'il fut découvert par Buff en 1857, le clapet électrolytique n'a réellement été mis au point que ces dernières années, au moment où la transformation du courant alternatif en courant continu s'imposait pour de multiples applications.

Cet appareil simple et facile à réaliser repose sur le principe suivant :

Si l'on prend un voltamètre contenant un électrolyte dans lequel plonge une lame d'aluminium et une autre lame métallique (platine ou plomb, par exemple), on observe qu'un courant allant de ce dernier métal à l'aluminium traverse l'appareil sans affaiblissement sensible, tandis qu'un courant dirigé de sens inverse ne peut le traverser que si la force électromotrice dont on dispose est supérieure à une certaine valeur, une vingtaine de volts; en d'autres termes, l'appareil laisse passer un courant quand l'aluminium est cathode et l'arrête quand l'aluminium est anode, la différence de potentiel entre les lames étant alors inférieure à une certaine limite. L'appareil fonctionne donc, pour un courant électrique, comme une soupape ou clapet hydraulique pour un courant d'eau; de là le nom de *clapet* ou soupape électrolytique qui lui a été donné.

A la suite de publications de M. Ducretet, en 1875, sur ce phénomène, l'étude des soupapes fut reprise par Beetz qui crut devoir attribuer l'arrêt du courant, lorsque la lame d'aluminium est anode, à la formation sur cette lame d'une couche d'alumine mauvaise conductrice et se comportant comme une résistance ordinaire intercalée dans le circuit.

Dix ans plus tard, Streintz, se basant sur le résultat de nouvelles expériences, admet, avec plus de raison, nous semble-t-il, que la couche d'alumine ou de tout autre composé oxygéné de l'aluminium a une résistance pratiquement infinie, et joue le rôle de la lame diélectrique dans un condensateur ordinaire.

En 1891, MM. Hutin et Leblanc montrèrent ce que l'on pourrait tirer de ces soupapes dans les installations à courants alternatifs; toutefois, ils ne firent aucune recherche expérimentale sur ces appareils.

Cette étude a été reprise peu d'années après par M. Pollak, qui rechercha particulièrement l'électrolyte et le mode de préparation des lames d'aluminium permettant de maintenir, sans passage de courant, la plus grande différence de potentiel possible entre une lame d'aluminium et une lame métallique.

Le choix de l'électrolyte a une grande importance. En employant comme Buff, Ducretet et Graetz, des solutions aqueuses d'acide sulfurique, la différence de potentiel maximum que l'on peut appliquer entre les deux électrodes sans passage de courant (la lame d'aluminium étant anode) ne dépasse guère 20 volts. L'emploi des sels alcalins permet, comme l'a montré M. Pollak, de porter cette différence de potentiel à 140 volts, et même à 200 volts si l'on a soin de faire subir à la plaque d'aluminium une préparation préliminaire. D'ailleurs, tous les sels alcalins ne conviennent pas également bien, et parmi les phosphates, le phosphate de potassium du commerce donne de meilleurs résultats que le phosphate de sodium, et celui-ci de bien meilleurs que le phosphate d'ammonium. Nous donnerons en quelques mots la description d'un petit clapet de laboratoire pouvant fournir entre les mains de chacun des résultats immédiats; il pourra être utilement employé, comme on le verra par la suite, dans une multitude de cas.

L'appareil dont nous nous sommes servi se compose d'un flacon à large goulot fermé par un bouchon en liège percé de deux fentes étroites. Deux lames métalliques, l'une en aluminium, l'autre en plomb doux, traversent le bouchon chacune par une fente et pénètrent dans le vase; elles sont munies de bornes. Ces lames ont les dimensions suivantes :

Largeur, en cm	3
Longueur, en cm.	15
Épaisseur, en cm.	0.2

On verse dans le vase une solution de phosphate de potassium ou de sodium; il est souvent plus simple de verser de l'eau et d'ajouter des cristaux de l'un de ces deux sels; ils se dissoudront et, si on a eu soin d'en mettre un léger excès, ils maintiendront la solution saturée. Le clapet est prêt à fonctionner, mais auparavant il faut le *former*. La formation se fera facilement en faisant passer dans le clapet un courant continu dont on changera le sens toutes les cinq minutes; il suffit pour cela de mettre l'appareil en circuit sur 110 volts en intercalant dans le circuit une lampe à incandescence de 16 ou de 32 bougies. On se rendra compte des progrès de la formation par les variations d'éclat de la lampe au moment des inversions du courant.

La lampe brillera d'un vif éclat lorsque le courant ira du plomb à l'aluminium à travers le clapet; cet éclat diminuera graduellement lorsque l'on inversera le courant; il arrivera un moment où la lampe s'éteindra complètement, ce qui correspond à la formation complète du

clapet. A partir de ce moment, on repèrera la hauteur du liquide dans le vase, de façon à la ramener à cette valeur lorsque, au bout de plusieurs semaines, le niveau aura baissé par suite de l'électrolyse et de l'évaporation. Si on ajoutait du liquide au-dessus de ce niveau, on serait obligé de former la partie de la lame d'aluminium que le liquide n'aurait pas encore touchée.

La première application du clapet aux usages pour ainsi dire... domestiques, est la charge des petits accumulateurs employés pour l'allumage des moteurs à pétrole de voitures automobiles soit avec du courant continu soit avec du courant alternatif de fréquence ordinaire.

Avec le courant continu cet appareil n'est pas indispensable; il sert simplement de disjoncteur; son rôle se borne à empêcher le courant de la petite batterie de retourner vers la génératrice si, pour une cause quelconque, cette dernière vient à s'arrêter.

Un cas particulièrement intéressant est celui où les accumulateurs se rechargent sur la voiture même pendant la marche, lorsqu'on dispose d'une petite dynamo mue par le moteur à pétrole.

On aura soin de relier la lame de plomb du clapet au pôle négatif de la batterie et la lame d'aluminium au pôle négatif de la source, les pôles positifs de la source et de la batterie étant eux-mêmes reliés ensemble, avec ou sans interposition de rhéostat. On voit facilement que, dans ces conditions, la batterie pourra se charger, mais le clapet se fermera sitôt que le courant se renversera et tendrait à aller des accumulateurs vers la dynamo.

La charge de la même batterie se fait aisément avec du courant alternatif. Le montage est le même, avec cette différence que l'on n'a pas à se préoccuper des pôles du générateur. De plus, le rhéostat n'a plus besoin d'être aussi résistant qu'avec du courant continu; on observe en effet aux bornes du clapet une différence de potentiel bien supérieure à celle que l'on observe avec le courant continu, toutes choses égales d'ailleurs; cette augmentation est due aux phénomènes de capacité dont le clapet est le siège.

Nous donnons ci-dessous un tableau des différentes valeurs trouvées en chargeant une batterie de deux accumulateurs : 1° sur du courant continu, et 2° sur du courant alternatif à 50 périodes par seconde; la tension des génératrices et l'intensité du courant étant sensiblement les mêmes dans les deux cas et mesurées par les mêmes appareils thermiques.

	Courant continu.	Courant alternatif à 50 périodes : s.
Différence de potentiel aux bornes de la source, en volts	120	120
Différence de potentiel aux bornes du clapet, en volts	6,5	60
Intensité du courant de charge, en ampère	1,5	1,5
Résistance apparente calculée, en ohms	4,2	46

Dans les deux cas, la longueur immergée de la lame d'aluminium atteignait 6 cm, la surface totale plongeant dans le liquide était donc de 38,4 cm² et la densité de courant était sensiblement de 3,3 ampères par décimètre carré.

Le clapet électrolytique peut encore être employé pour la mesure des résistances de liquides ou même celle des prises de terre de paratonnerre. On sait que, dans ces cas, on est obligé d'employer un pont de Wheatstone comportant non plus une pile, mais une source de courant alternatif; l'équilibre s'observe en écoutant dans un téléphone qui remplace le galvanomètre.

Théoriquement le téléphone doit devenir silencieux lorsque les bras satisfont à la relation bien connue; pratiquement, le bruit passe par un minimum mais ne s'éteint jamais complètement, ce qui rend la mesure délicate.

Si on remplace le téléphone par un galvanomètre dans le circuit duquel on insère un clapet du genre de celui précédemment décrit, le courant sera redressé dans la partie qui va au galvanomètre, et la mesure se fera aussi aisément qu'avec du courant continu.

Les clapets électrolytiques trouvent encore une application dans les toutes petites industries pour actionner de petits moteurs à courant continu avec du courant alternatif, pourvu cependant que les inducteurs soient feuilletés, le courant qui les traverse étant fortement ondulatoire. On sait que de semblables moteurs peuvent, avec une modification dans l'enroulement, fonctionner sur du courant alternatif, mais ils donnent lieu à de fortes étincelles qui détériorent les collecteurs. En utilisant le clapet, la marche est bien meilleure, mais dans cette application comme dans les précédentes, il ne faut pas oublier que le clapet absorbe une certaine quantité d'énergie se traduisant par un échauffement de l'appareil. Le rendement de cet appareil reste à examiner, aussi n'avons-nous cité que les applications où il n'entre pas en ligne de compte. A. Soulier.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les compagnies contre les municipalités. — Dans une récente correspondance nous avons signalé la concurrence vive qui s'établit à Birmingham entre la *British Electric Traction C°* et le Conseil municipal, relativement à l'expiration des baux des compagnies locales de tramways. Depuis ce temps-là, cette affaire a été discutée, et le Conseil municipal a eu gain de cause. D'abord on a provoqué une réunion des électeurs, ce qui est dans les habitudes de ce pays, pour soumettre la question aux contribuables, savoir : si le Conseil municipal devait proposer un bill au Parlement pour acquérir les lignes de tramways et adopter la traction électrique. A cette

réunion il y eut beaucoup de bruit, de sorte qu'on ne put entendre aucun de ceux qui parlaient. L'opposition demanda une mise aux voix et à l'unanimité on vota; il en résulta une majorité en faveur du Conseil municipal de plus de 6000 voix. Les contribuables ont décidé qu'il valait mieux laisser les tramways au Conseil municipal qu'aux mains d'une compagnie.

Naturellement il faut encore faire passer ce bill au Parlement, et il est bien possible que la Compagnie puisse encore réussir à gagner sa cause.

A Tunbridge Wells, en Kent, la municipalité vient d'éprouver une défaite considérable, quoique la question fut tout autre et de moindre importance. Cette cité fut la première qui se souleva contre le monopole de la *National Telephone C°*, et en partie à cause de ses efforts, le gouvernement fit passer un bill qui donna la permission aux municipalités de plus de 50 000 habitants d'avoir leur propre réseau téléphonique.

Tunbridge Wells fut la première ville qui fut ainsi équipée; mais il y a eu beaucoup d'ennuis depuis cette époque-là, et pendant ces derniers mois des bruits ont circulé, disant que le système n'a pas réussi financièrement, et que les prévisions de l'ingénieur ne se sont pas vérifiées. On n'a pu que soupçonner comment l'agitation fut conduite. Primitivement les abonnements à la Compagnie avaient été de 200 fr par an et par téléphone; mais lorsque le Conseil municipal eut fixé l'abonnement à 125 fr, la Compagnie le réduisit à 100 fr. Récemment il y eut une nomination de conseillers municipaux, en vue d'étudier la question relative au maintien du réseau municipal, et on pensa que les intérêts des contribuables auraient été pris en considération. Aussi ce fut une grande surprise lorsqu'à la première assemblée un projet fut proposé disant qu'on devrait vendre le réseau téléphonique à la *National Telephone C°*, qui avait fait des offres fermes d'acquisition, et qui avait promis de ne pas fixer à plus de 150 fr par an l'abonnement de chaque abonné. On essaya de faire passer cette proposition tout de suite, mais ce ne fut pas possible; néanmoins à l'assemblée suivante cette proposition réussit à être adoptée et ainsi la Compagnie a gagné. Les contribuables ont cependant la consolation de savoir qu'ils ont pu faire réduire les charges de 200 fr au début à 150 fr, quoique cela ne les dédommage pas tout à fait de leur défaite.

La question des chemins de fer souterrains électriques de Londres. — Après la scission entre les deux groupes de chemins de fer électriques dirigés respectivement par M. Morgan et M. Yerkes, le *County Council* de Londres a examiné la question dans le but de voir si on ne pourrait pas protéger les contribuables de Londres contre ces promoteurs de sociétés anonymes et avoir des chemins de fer municipaux.

Premièrement on proposa de rédiger un bill pour la prochaine session du Parlement; mais il ne restait que peu de semaines pour le faire, aussi on proposa de traiter la question entière. On considéra, après une discussion d'une semaine, qu'il fallait mieux ne pas aborder ce projet énorme vu le peu de temps dont on disposait. Aussi le Conseil a décidé de demander qu'il soit nommé une Commission pour examiner la question entière des chemins de fer souterrains et superficiels dans Londres, et qu'on devait suspendre tous les bills qui sont proposés par des personnes particulières.

Une députation se présentera donc au Président du *Board of Trade*, en vue de traiter cette importante question.

Une exposition d'appareils contre l'incendie. — L'année prochaine une exposition de cette nature sera ouverte à Londres, et on pense qu'elle ne présentera pas seulement un grand intérêt pour tous ceux qui s'occupent de cette affaire importante, mais aussi qu'elle sera d'une valeur considérable comme contenant plusieurs appareils qu'on a inventés pour sauver la vie ou pour éteindre le feu, et que peut-être on ne connaît pas encore assez. En cette occasion, l'électricité ne jouera qu'un petit rôle et la section électrique sera un trait caractéristique de l'exposition. Elle comprendra premièrement des avertisseurs et des appareils d'alarme, mais en même temps elle renfermera des appareils de mesure de l'isolement d'interrupteurs et toute sorte de protecteurs.

La présidence de cette section a été acceptée par M. James Swinburne, président de l'*Institut of Electrical Engineers*, et plusieurs autres électriciens renommés seront membres du jury.

Les câbles télégraphiques souterrains en Angleterre. — Le poste en a maintenant fini avec la question des câbles télégraphiques souterrains qu'on voulait, au commencement de cette année, installer dans les principales contrées orageuses de l'Angleterre et de l'Écosse sur la ligne directe de Londres. La communication souterraine entre Londres et Liverpool et Manchester est maintenant complète, et aussi, en partie, entre Londres et Édimbourg. Les lignes récemment construites ne devront pas du tout remplacer les fils aériens et ordinairement elles resteront inutiles. Car elles elles ne sont pas aussi rapides, de plus elles sont aussi plus coûteuses à entretenir.

Une question délicate. — Le monde électricien est un peu ému en ce moment à la suite d'une démarche récente du Conseil de l'*Institut of electrical engineers*, dont le secrétaire a adressé une circulaire à tous les Conseils municipaux. Cette lettre critique le système de faire paraître des annonces pour des ingénieurs électriciens-conseils et elle met en garde celui qui répond à de telles annonces. Elle suggère que les Conseils municipaux ne doivent employer des ingénieurs électriciens-conseils que lorsqu'ils sont d'une réputation consommée et d'une renommée établie. Naturellement cela est très bien, mais c'est tout à l'avantage de ces messieurs qui

ont fait leur renommée, et qui n'ont pas hésité dans le passé à adopter, pour obtenir des affaires les mêmes moyens qu'emploient beaucoup de ceux qui commencent actuellement. Seulement en ces jours-là la concurrence n'était pas aussi grande qu'elle l'est aujourd'hui, et on demandait et recevait une juste commission sur le travail entrepris.

Maintenant les ingénieurs rivalisent l'un avec l'autre pour obtenir des affaires à de fort petits honoraires, et les consultants les plus vieux trouvent qu'ils sont un peu gênés par les consultants nouveaux.

On admet qu'il y a eu une conduite peu qualifiable et pas très honnête de la part de certains jeunes débutants, mais la majorité des ingénieurs ne trouvent pas que cette circulaire fasse grand chose pour améliorer la question, car apparemment elle a été rédigée seulement dans les intérêts de l'élite. C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 27 octobre 1902.

Sur la vitesse de propagation des rayons X. — Note de M. R. Blondlot. (*Extrait*). — Après plusieurs années consacrées à des tentatives restées infructueuses pour déterminer la vitesse de propagation des rayons X, l'idée me vint qu'en appliquant un principe analogue à celui de la méthode de Römer pour mesurer la vitesse de la lumière, on pourrait arriver à reconnaître si la vitesse des rayons X est ou non comparable à celle des ondes électromagnétiques. Je fus ainsi amené à combiner l'expérience suivante.

Suit le détail des expériences dont nous reproduirons seulement les conclusions.

La supposition que la vitesse des rayons X et celle des ondes hertziennes seraient de même ordre de grandeur nous a conduits à prévoir l'existence d'un maximum; cette prévision s'est trouvée vérifiée par l'expérience. Comme, d'ailleurs, il paraît impossible d'expliquer autrement ce phénomène paradoxal, on est amené à conclure que *la vitesse de propagation des rayons X est bien du même ordre de grandeur que celle des ondes hertziennes.* Je me propose d'expliquer incessamment comment l'étude de ce maximum m'a fourni le moyen de déterminer le rapport des deux vitesses.

Précautions à prendre pour l'emploi des fils de cocon comme fils de torsion. — Note de M. V. Crémieu, présentée par M. Lippmann. — On sait que le fil tiré du cocon se compose de deux filaments à section sensiblement rectangulaire, que le ver étire et accole l'un à l'autre au moment où il les utilise.

En même temps que le ver fabrique ce fil double, son corps produit des mouvements assez rapides de va-et-vient, de façon à former le feutrage très enchevêtré qui constitue les parois du cocon.

Il en résulte que les deux brins qui composent chaque fil sont, au moment où ils se collent l'un à l'autre, dans un état de tension inégal. Chacun est dans un état comparable à celui d'un fil métallique recuit qu'on aurait d'abord enroulé en boudin, puis partiellement redressé.

Les propriétés du fil de cocon dérivent de ce qu'il est formé de deux filaments de ce genre, collés l'un à l'autre sans qu'il y ait coïncidence entre leurs sinuosités respectives.

D'ailleurs, la substance qui compose chaque filament se comporte comme un corps visqueux, incomplètement solidifié, dénué de toute élasticité proprement dite et très hygroscopique.

Suivant les variétés de ver (et elles sont très nombreuses) la section de chaque filament peut varier du rectangle aplati au carré. Les dimensions du filament sont de l'ordre du $\frac{1}{100}$ de millimètre.

Ces particularités bien connues permettent de comprendre la façon dont le fil de cocon réagit contre la torsion et la traction.

1° *Filament simple.* — On peut, par un tour de main assez facile à saisir, mais impossible à décrire, dédoubler les fils de cocon. On observe sur le filament simple les propriétés suivantes :

Sa force portante maxima est d'environ 4 g.

Le filament conserve les sinuosités ou plutôt les inégalités dues à son origine; sous l'action de faibles poids, il subit d'abord un allongement de *redressement* qui peut atteindre $\frac{1}{50}$ de sa longueur et devient complet pour des poids de 1 g à 1,5 g.

Sous l'action de poids supérieurs, le filament subit un véritable allongement élastique, mais avec toutes les particularités provenant de sa viscosité et de son hygroscopicité.

On peut remédier à ces inconvénients en laissant le fil pendant 1 ou 2 jours sous traction de quelques grammes; on l'humecte alors avec un peu d'eau distillée sur du coton; puis on le repasse en le faisant glisser sur un morceau de fil de laiton poli et chauffé à 100°-120°. Enfin, on le passe sur un morceau de coton imbibé de vernis gomme laque. On diminue ainsi la viscosité et l'hygroscopicité du fil.

Mais, avant comme après ce traitement, le filament simple ne possède aucune élasticité de torsion. Un système qui lui est suspendu reste en équilibre *visqueux* dans un angle de près de 30°. Il semble que cette région d'indifférence diminue quand les poids attachés augmentent.

2° *Fil naturel double.* — Le fil double du cocon peut supporter 8 g et même 10 g pour certaines variétés de ver à soie.

Ce fil présente à la traction les mêmes particularités que le fil simple. Il prend deux sortes d'allongements, l'un de redressement, l'autre à allure élastique, beaucoup plus faible que le premier. Des allongements brusques décollent partiellement les filaments, et l'allongement de redressement devient ainsi plus fort.

Au point de vue de la torsion, les propriétés sont ici plus

compliquées. Tant que le poids supporté n'est pas suffisant pour redresser le fil, c'est-à-dire tant que ce poids est inférieur à environ 2 g, on constate les propriétés visqueuses de la soie, avec un équilibre indifférent dans un angle de 20° à 30°.

Pour des poids supérieurs, le fil se comporte, non plus comme un unifilaire visqueux, mais comme un véritable bifilaire. Il peut alors offrir un couple de torsion assez élevé, du même ordre que celui d'un fil d'argent de même diamètre et de même longueur.

Le calcul montre, en effet, qu'un bifilaire, dont chaque brin serait dépourvu d'élasticité de torsion propre, qui aurait 10 cm de longueur et $\frac{1}{50}$ de millimètre d'écartement entre ses deux brins (dimensions qui correspondent à celles du fil de cocon), offrirait, pour un poids de 8 g et une torsion de 1 radian, un couple C égal à

$$C = 26 \times 10^{-4} \text{ erg}.$$

Si, expérimentant avec ce fil considéré comme unifilaire, on calculait, à partir de cette valeur C supposée observée, le coefficient γ de Coulomb pour la soie, on trouverait

$$\gamma = 16 \times 10^{8}.$$

Ce nombre, du même ordre que celui relatif à l'argent, serait beaucoup trop considérable pour la soie, et sa valeur varierait, du reste, avec les poids employés pour l'expérience.

D'ailleurs, même lorsqu'il fonctionne comme bifilaire, le fil de cocon ne donne pas de zéro bien net aux systèmes qu'il supporte; ceci est dû, probablement, aux variations que chaque torsion fait subir au collage des deux filaments.

L'ensemble des considérations qui précèdent suffit à montrer les précautions à prendre dans l'emploi des fils de cocon, et pour la mesure de ce qui paraît être, au premier abord, les coefficients d'élasticité de la soie.

Certaines espèces de vers à soie, élevées en Chine, donnent des cocons jumeaux dont le fil se compose de quatre filaments accolés; beaucoup de soies écrues du commerce proviennent de ces cocons, et les considérations qui précèdent s'appliquent avec encore plus de force aux fils que l'on tire souvent de ces soies écrues pour l'usage des laboratoires.

La vision à distance par l'électricité. — Note de M. J.-H. Coblyn, transmise par M. Potier. — Le problème de la transmission d'une image à distance repose sur la variation de résistance électrique qu'éprouve une cellule à sélénium intercalée dans un circuit. Le courant variable ainsi produit, dépendant de l'éclat du point exploré à l'instant considéré, doit être transformé au poste récepteur en variations d'intensité d'une source lumineuse. L'auteur propose de laisser l'éclat de la source fixe, à l'inverse du téléphone à gaz de M. Lazare Weiller, qui agit directement sur la flamme; le courant transmis obture plus ou moins le faisceau émis par cette source, d'après l'idée proposée par MM. Ayrton et Perry. Il suffit, pour cela, d'employer l'oscillographe à fer doux de M. Blondel et de constituer l'équipage mobile par un tube creux oscillant dans un champ directeur.

Reste l'exploration de l'image; c'est ce qui constitue la raison d'être de cette Note. Reprenant la théorie de M. Lazare Weiller, qui explore l'image par bandes parallèles, nous faisons remarquer qu'il faut décrire le patron d'un mouvement uniforme et ne jamais explorer un point plusieurs fois en un dixième de seconde, afin de transmettre chaque point avec son éclat respectif.

Pour arriver à ce résultat, nous employons le système suivant : un diaphragme, percé d'un trou très petit, se trouve au foyer principal commun de deux lentilles convergentes; l'une de ces lentilles est placée devant l'image. De la sorte, on isole les rayons lumineux provenant de l'image et parallèles à l'axe général du système.

L'autre lentille se trouve devant un cylindre creux, percé de fentes hélicoïdales et tournant perpendiculairement à l'axe optique du système avec une vitesse de 5 tours à la seconde.

On s'arrange de manière que le diaphragme et les fentes du cylindre ne laissent passer, à un instant déterminé, qu'un seul rayon provenant d'un point de l'image, rayon qui sera parallèle à l'axe du système. Si la rotation est constante, le point exploré se déplace sur une série de bandes horizontales, et cela d'un mouvement uniforme.

De plus, en remplaçant le diaphragme par le miroir d'un diapason vibrant verticalement, la série de lignes horizontales est changée, par composition optique, en un système de sinusoïdes qui, par un artifice particulier, forment une espèce de quadrillage : cette exploration est la plus rationnelle, car elle décompose l'image en une série de mailles ayant toutes la même aire.

Variation de la résistance magnétique d'un barreau de traction. — Note de M. Fraichet. — Prenons le barreau à éprouver comme noyau d'une bobine comprenant deux enroulements : 1° un circuit primaire relié aux bornes d'une pile; 2° un circuit secondaire relié aux bornes d'un galvanomètre. Toute modification du barreau soumis à la traction produit une variation du flux qui traverse le circuit secondaire et, par suite, une déviation du galvanomètre.

La déviation est discontinue. — Toutes les fibres du barreau ne sont pas identiques; elles se rompent donc successivement. Pendant la période élastique, le flux varie, d'une façon continue, jusqu'à la rupture de la première fibre; mais cette rupture produit une chute brusque du flux, et cette diminution instantanée est d'autant plus grande que le faisceau des fibres qui se sont rompues ensemble est plus important.

Le flux qui circulait par ces fibres est tombé brutalement, au moment de leur rupture; il remonte ensuite, de façon à prendre une valeur inférieure à sa valeur primitive et dépendant de la perméabilité du ciment qui est venu s'interposer dans la cassure.

On voit donc que chaque rupture de fibres produit une oscillation dans la variation du flux, et ce n'est que lorsque le faisceau fibreux a complètement cédé que cette variation redevient continue.

Le nombre et les amplitudes des oscillations sont d'autant plus grands que le métal est plus fibreux : un barreau d'acier dur trempé ne possède aucune fibre, par



suite le flux qui le traverse varie, d'une façon continue, jusqu'à la rupture du barreau. Il en est de même pour un barreau d'une nuance quelconque qui a déjà subi une première traction au delà de sa limite élastique.

Détermination de la limite élastique. — Il y a lieu de considérer deux limites : 1° la limite élastique du ciment, qui correspond à la déviation maximum du galvanomètre; 2° la limite de résistance de la fibre la moins résistante, qui correspond à la première oscillation du galvanomètre.

Ces deux limites sont, en général, très rapprochées de la limite élastique apparente indiquée par le manomètre de la machine à traction; mais on a constaté, sur certains barreaux désorganisés par un chauffage à haute température, qu'il se produisait, parfois, quelques oscillations dès le commencement de la charge; de semblables barreaux n'ont donc pas, à proprement parler, de limite élastique. Il en est de même pour la plupart des barreaux en fer puddlé ordinaire.

Force électromotrice d'un élément de pile thermo-électrique. — Note de M. Possot, présentée par M. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus*).

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

320 255. — **Société Yung et C°.** — *Système rationnel d'éclairage des tableaux et vitrines* (7 avril 1902).

320 256. — **Clerc et Koechlin.** — *Perfectionnements aux procédés et appareils de fabrication des chaux, ciments, plâtres, etc.* (7 avril 1902).

320 334. — **De Champrobert.** — *Rhéostat perfectionné* (10 avril 1902).

320 399. — **Sloper et Parsons.** — *Perfectionnements dans les systèmes d'intercommunication par téléphone* (14 avril 1902).

320 462. — **Rossetter.** — *Genre de microphone* (17 avril 1902).

320 467. — **Maiche.** — *Récepteur télégraphique pour toutes transmissions en général avec ou sans fils* (18 avril 1902).

320 609. — **Société the Rowland Telegraphic Company.** — *Appareil transmetteur pour télégraphes électriques* (23 avril 1902).

320 376. — **Lamme.** — *Perfectionnements aux dynamos* (14 avril 1902).

320 458. — **Peck.** — *Génératrice dynamo-électrique* (17 avril 1902).

320 610. — **Société the Rowland Telegraphic Company.** — *Méthode et moyens pour produire un mouvement synchrone* (23 avril 1902).

320 261. — **Wilkinson.** — *Perfectionnements aux boîtes de raccord pour installations électriques* (12 avril 1902).

320 365. — **Société Sautter, Harlé et C°.** — *Perfectionnements au système général de commande à distance des moteurs à courant continu par commutateurs à relais magnétiques multiples* (12 avril 1902).

320 367. — **Sainte.** — *Conjoncteur-disjoncteur et inverseur de courants pour dynamos mues par un essieu ou une des roues d'un véhicule* (12 avril 1902).

320 400. — **Société Elektrotechnisches Institut Frankfurt Gesellschaft M. B. H. et M. Beez.** — *Combinaison de connexions avec instrument de mesure pour la détermination de la dépense de courant des lampes à incandescence électriques et d'autres circuits* (15 avril 1902).

320 498. — **Birkeland.** — *Moyen pour empêcher la production d'étincelles à la rupture de circuits électriques quelle que soit leur tension* (19 avril 1902).

320 511. — **Gowland.** — *Perfectionnements aux compteurs électriques* (19 avril 1902).

320 561. — **Estrade.** — *Nouveau basculateur magnétique* (16 avril 1902).

320 384. — **Bauer.** — *Série d'accouplements ou de mises en circuit pour corps à incandescence électrolytiques dans lesquels l'échauffement des corps à incandescence est effectué par un fil de pont d'un pont de Wheatstone* (14 avril 1902).

320 423. — **Société C. Soleau et C°.** — *Système de montage de lampes électriques à incandescence* (15 avril 1902).

320 431. — **Kobrow.** — *Système marqueur électro-automatique pour jeux de quilles* (16 avril 1902).

320 468. — **Sanson et la Société Ch. Mildé fils et C°.** — *Anémoscope électrique* (18 avril 1902).

320 480. — **Gubing et Auerbach.** — *Perfectionnements dans les lampes électriques à arc* (18 avril 1902).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie Montalbanaise de Trolley automoteur. — Cette Compagnie a été constituée le 7 juin 1902. Elle a pour objet l'établissement et l'exploitation à Montauban, d'omnibus à traction électrique par trolley automoteur. Elle pourra également entreprendre et exploiter toutes autres lignes de transport et appliquer tout autre système de traction, demander, acquérir et rétrocéder toutes concessions, faire toutes constructions, acquérir et aliéner tous immeubles, reprendre, céder et affermer toutes exploitations et par extension faire, soit seule, soit en participation, toutes opérations industrielles et commerciales relatives au transport des personnes et des marchandises en général et à la distribution de l'énergie électrique pour toutes applications, ainsi que la fabrication et le commerce de tous objets industriels quelconques.

Son siège est à Paris, 5, rue Boudreau. Il pourra d'ailleurs être transporté à Montauban ou dans tout autre endroit à Paris.

La durée de la Société a été fixée à cinquante ans, à compter du jour de sa constitution.

Le capital social fixé à 160000 fr, est divisé en 1600 actions de 100 fr en numéraire. Ce capital pourra être augmenté en une ou plusieurs fois jusqu'à concurrence d'une somme totale 100000 fr, par simple décision du Conseil d'administration.

Toutes autres augmentations de capital, au delà de ce chiffre devront être décidées par l'assemblée générale.

Le Conseil d'administration est autorisé à contracter des emprunts pour le compte de la Société au moyen de l'émission d'obligations à court ou à long terme, jusqu'à concurrence d'une somme nominale égale au capital social initial ou augmenté. Il déterminera le mode et les conditions de l'émission, le taux de l'intérêt, l'époque et le montant du remboursement des obligations, conférera, s'il y a lieu, toutes garanties hypothécaires et autres, et réalisera les émissions au mieux des intérêts de la Société.

Tout emprunt par voie d'émission d'obligations excédant le montant du capital social existant au moment de l'émission, ne pourra être effectué par le Conseil d'administration qu'en vertu d'une décision de l'assemblée générale des actionnaires.

La Société est administrée par un Conseil, composé de trois membres au moins et de sept au plus, nommés par l'assemblée générale des actionnaires. Les administrateurs sont nommés pour six ans. Le premier Conseil d'administration, nommé par la deuxième assemblée constitutive, restera en fonctions jusqu'à l'assemblée générale ordinaire, qui se réunira en 1907 et sera renouvelé en entier à cette époque.

Le Conseil se renouvellera ensuite par tiers tous les deux ans, de sorte que le renouvellement sera complet tous les six ans; le roulement sera déterminé par le sort pour le premier renouvellement partiel et ensuite par ancienneté.

Les membres sortants sont rééligibles.

En cas de vacances par décès, démission ou autre cause, le Conseil pourvoira provisoirement au remplacement jusqu'à la prochaine assemblée générale, qui procédera à l'élection définitive.

L'administrateur nommé en remplacement d'un autre ne demeurera en fonctions que pendant le temps que son prédécesseur devait rester.

Le Conseil a d'ailleurs, en toute circonstance, le pouvoir de compléter, jusqu'au maximum prévu, le nombre de ses membres. Toutefois, et bien que les membres ainsi nommés entrent immédiatement en fonctions, leur nomination ne deviendra définitive que par la ratification de la plus prochaine assemblée générale.

Chaque administrateur doit être propriétaire, pendant la durée de son mandat, de 10 actions de la Société. Ces actions sont affectées à la garantie de tous les actes de sa gestion. Elles sont inaliénables et devront être déposées dans la caisse sociale.

Le Conseil a les pouvoirs les plus étendus, sans limitation et sans réserve, pour agir au nom de la Société et faire toutes les opérations rentrant dans son objet.

D'autre part il est nommé chaque année en assemblée générale un ou plusieurs commissaires, chargés de remplir la mission de surveillance prescrite par la loi.

L'assemblée générale peut, en réunion extraordinaire, sur la proposition du Conseil d'administration, décider :

L'extension ou la restriction de l'objet social.

Le changement de la dénomination de la Société.

L'augmentation du capital social en une ou plusieurs fois, soit par voie d'apport, soit contre espèces.

La réduction du capital par voie d'amortissement, rachat, échange, suppression d'actions ou autrement.

La réunion ou fusion avec toute autre Société, l'aliénation de toute la chose sociale.

La prolongation ou la réduction de la durée de la Société, ou sa dissolution anticipée.

La modification du partage des bénéfices et la création d'actions de priorité.

Dans ces différents cas, les assemblées appelées à délibérer ne seront valablement constituées et ne délibéreront valablement que si elles sont composées d'actionnaires représentant la moitié au moins du capital social.

Toutefois, les délibérations portant sur l'aliénation de toute la chose sociale, la dissolution anticipée de la Société, pour tous cas autres que celui de perte des trois quarts du capital social, la modification du partage des bénéfices et la création d'actions de priorité, devront, pour être valables, être votées par une majorité composée des trois quarts des voix des membres présents ou représentés.

Si dans une première convocation, les actionnaires ne réunissent pas la moitié du capital social, le Conseil peut, dans une nouvelle convocation, admettre tous les actionnaires à faire partie de l'assemblée. Dans ce cas, chaque actionnaire aura au moins une voix et ensuite autant de voix qu'il aura de fois cinq actions, sans que le nombre auquel il aura droit puisse excéder un quart des voix auxquelles donnerait droit la totalité des actions composant le capital social.

L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre. Par exception le premier exercice comprendra le temps écoulé entre la constitution définitive de la Société et le 31 décembre 1902.

Les produits nets, déduction faite de toutes les charges et dépréciations, constituent les bénéfices.

Sur ces bénéfices il est prélevé :

5 pour 100 pour la constitution du fonds de réserve légale; lorsque celui-ci aura atteint le dixième du capital social, ce prélèvement cessera d'être obligatoire.

Une somme suffisante pour servir 5 pour 100 d'intérêts aux actions, sur le montant du capital dont les actions sont libérées, sans que, si les bénéfices d'une année ne permettaient pas ce paiement, les actionnaires puissent le réclamer sur les bénéfices des années subséquentes. Toutefois, cet intérêt de 5 pour 100 pourra être prélevé ou complété sur les réserves faites antérieurement.

Le surplus sera réparti de la manière suivante :

85 pour 100 aux actions et 15 pour 100 au Conseil d'administration.

Cependant, sur la proposition du Conseil d'administration, l'assemblée générale pourra prélever, sur les 85 pour 100 revenant aux actions, telle somme qu'elle jugera convenable pour être attribuée aux amortissements, réserves de toute nature, fonds spécial d'amortissement du capital social par voie de remboursement et de rachat des actions de la Société.

A l'expiration de la Société ou en cas de dissolution anticipée, l'assemblée générale règle le mode de liquidation et nomme un ou plusieurs liquidateurs en déterminant leurs pouvoirs.

Pendant la liquidation, les pouvoirs de l'assemblée générale se continuent jusqu'à l'apurement des comptes de liquidation.

Les liquidateurs ont pour mission de réaliser, même à l'amiable, tout l'actif mobilier et immobilier de la Société et d'éteindre tout le passif et en outre, avec l'autorisation de l'assemblée générale, ils peuvent faire le transport et la cession à tous particuliers ou à toutes sociétés, soit contre espèces, soit par voie d'apport contre actions entièrement libérées ou autres titres, soit autrement, de tout ou partie des droits, actions et obligations de la Société dissoute.

Le produit de la liquidation, après l'acquit du passif, sera employé d'abord au paiement aux actionnaires de somme égale au capital versé et non amorti. Le surplus, s'il y en a, constituera les bénéfices et sera réparti entre les actionnaires au prorata de leurs actions.

Le premier Conseil d'administration est composé de MM. René Kœchlin, Adrien Guyon, Eugène Fontaine et André Brillouin.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

49591. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



11e Année. — N° 263 10 Décembre 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

MM. les abonnés dont l'abonnement expire fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.

INFORMATIONS

Le Métropolitain de Paris. — Pour donner une idée des facilités accordées aux entreprises industrielles en France par l'Administration que..., nous croyons intéressant de reproduire l'arrêté du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, en date du 15 novembre 1902, par lequel la Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris est autorisée à faire circuler le courant sur les feeders établis entre l'usine de Bercy et la sous-station du Père-Lachaise. Prises individuellement, et au point de vue du fonctionnaire qui cherche avant tout à dégager sa responsabilité, il est bien certain que toutes les obligations imposées à la Compagnie sont excellentes, mais prises dans leur ensemble, elles présentent un caractère de sévérité peu engageant pour les concessionnaires obligés de passer sous ces fourches caudines.

« Article premier. — *Autorisation de mise en service.* — La Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris est autorisée à ses risques et périls à faire circuler le courant électrique sur les artères d'alimentation qu'elle a établies entre l'usine de Bercy et la sous-station du Père-Lachaise, à Paris, et qui empruntent les voies publiques suivantes : place de la Bastille, boulevard Richard-Lenoir, rue du Chemin-Vert, boulevard de Ménilmontant, à la condition de se conformer aux obligations énumérées ci-après :

« Art. 2. — *Distance des conducteurs d'énergie aux lignes télégraphiques ou téléphoniques.* — La distance à maintenir en projection horizontale entre toute la ligne télégraphique ou téléphonique souterraine préexistante et le conducteur d'alimentation le plus rapproché de ladite ligne devra être au minimum de 1 m. Aux points de croisement, la distance verticale à maintenir entre le conducteur et ladite ligne devra être au minimum de 50 cm.

« Art. 3. — *Entretien des lignes télégraphiques ou téléphoniques.* — L'administration des Postes et des Télégraphes aura le droit de faire à toute époque, aux points de croisement ou dans le voisinage des lignes du concessionnaire, les travaux nécessaires à l'entretien et aux réparations de ses lignes préexistantes, sans aucune indemnité pour le concessionnaire. Celui-ci devra, par suite, prendre en établissant ses voies et ses conducteurs aériens et souterrains toutes les dispositions nécessaires pour que les travaux que l'Administration aurait à effectuer ne puissent nuire à son exploitation.

« Art. 4. — *Isolement des conducteurs d'énergie.* — La résistance absolue d'isolement entre les conducteurs d'alimentation et la terre, exprimée en ohms, ne devra pas être inférieure à 5 fois le carré de la plus grande différence de potentiel efficace entre les conducteurs, exprimée en volts.

« Art. 5. — *Droits des tiers.* — Nonobstant les autorisations accordées et l'exécution même rigoureuse des mesures de précaution prescrites par le présent arrêté, le concessionnaire demeurera responsable envers l'État et les tiers en général des dommages que pourrait causer l'établissement ou l'exploitation de ses installations. Il demeure notamment entendu que, même après application des dispositions prévues à l'article 4. Le concessionnaire sera toujours responsable des dégâts provenant des phénomènes d'électrolyse.

« Art. 6. — *Mesures de protection.* — Le concessionnaire devra supporter les dépenses qui devront être engagées par l'Administration des Postes et des Télégraphes pour assurer le fonctionnement régulier des transmissions télégraphiques et téléphoniques, ainsi que la protection des lignes électriques de toute nature appartenant à l'État, et la réparation des dégradations résultant de la marche des tramways.

« Art. 7. — *Modifications de tracé.* — Toute modification ou extension des canalisations électriques ou du parcours des tramways prévus par le concessionnaire aux pièces annexées au procès-verbal de la conférence close le 15 mai 1902 ne pourront être réalisées qu'après l'obtention d'une nouvelle autorisation, qui fera l'objet d'un nouvel arrêté. Dans le cas où le tracé des conducteurs d'alimentation entraverait pour une cause quelconque l'extension normale des lignes télégraphiques ou téléphoniques appartenant à l'État, le concessionnaire serait tenu de faire subir à ses installations tous les changements qui lui seraient demandés. Les frais résultant de ces travaux seraient d'ailleurs réglés conformément aux dispositions de la loi du 25 juin 1895.

« Art. 8. — *Essais avant la mise en service.* — Les essais destinés à permettre de s'assurer que l'installation satisfait aux prescriptions de l'article 4 devront, avant toute mise en service, être réalisés par les soins du concessionnaire, en présence de l'ingénieur des Télégraphes désigné à l'article 13 ci-après.

« Art. 9. — *Mise en service.* — Le concessionnaire ne sera autorisé à faire circuler le courant sur les conducteurs qui font l'objet du présent arrêté qu'après l'avis conforme de l'ingénieur des Télégraphes désigné à l'article 13 ci-après.

« Art. 10. — *Plan de l'installation.* — Dans les quinze jours qui suivront la mise en marche, le concessionnaire devra adresser à l'ingénieur en chef des Postes et des Télégraphes, chargé de la direction des services électriques de la région de Paris, un plan complet des installations électriques qu'il aura réalisées sur les voies publiques. Ce plan sera renouvelé chaque année dans la première quinzaine de janvier, ou complété par l'indication des modifications, additions ou suppressions apportées tant à la canalisation principale qu'aux branchements sur les voies publiques.

« Art. 11. — *Vérification de l'installation.* — Le concessionnaire sera tenu de vérifier l'état électrique de ses installations au moins une fois par trimestre pendant la première année, une fois par an pendant les années suivantes, et à un moment quelconque à toute réquisition de l'ingénieur des Télégraphes chargé de contrôler les conditions techniques prévues au présent arrêté. — Les résultats de chaque vérification seront consignés sur un registre qui devra être présenté à toute réquisition de l'ingénieur précité.

« Art. 12. — *Contraventions.* — Les contraventions aux dispositions du présent arrêté seront constatées par les officiers de police judiciaire et les agents assermentés de l'administration des Postes et des Télégraphes. Elles seront passibles des pénalités prévues à la loi du 25 juin 1895 (art. 8).

« Art. 13. — *Contrôle.* — L'ingénieur en chef des Postes et des Télégraphes, chargé de la direction des services électriques de la région de Paris, est chargé de contrôler les conditions techniques prescrites par le présent arrêté. Il fera connaître au concessionnaire le ou les agents qu'il aura désignés pour l'assister sur place dans son service de contrôle. — Le concessionnaire devra donner toutes facilités à cet ingénieur et à ses délégués pour l'accomplissement de leurs missions.

« Art. 14. — *Frais de contrôle.* — Le concessionnaire sera tenu de supporter annuellement les frais du contrôle électrique de son installation, tels qu'ils résulteraient des dispositions d'ordre général qui viendraient à être édictées par un règlement d'administration publique.

« Art. 15. — Ampliation du présent arrêté sera adressée à M. le préfet de la Seine, qui est chargé de le notifier au concessionnaire. »

L'invasion du trolley. — Après l'établissement du trolley avenue de la République et rue du Quatre-Septembre, voici qu'une enquête est ouverte jusqu'au 9 janvier 1903 sur un projet présenté par la Compagnie des tramways de l'Ouest Parisien en vue de substituer, sur les lignes de tramways Billancourt-Champ-de-Mars et Chatenay-Champ-de-Mars, à l'intérieur de Paris, les conducteurs aériens et le trolley aux appareils Diatto. Le trolley envahit donc peu à peu la capitale, et nous aurions mauvaise grâce à nous en plaindre, car son emploi permet d'obtenir un service à la fois plus économique, plus sûr et plus rapide. Quelques esthètes protesteront contre ce qu'on appelle une profanation de nos rues et de nos boulevards, mais leur activité calliphile serait mieux employée, nous semble-t-il, si elle était dirigée contre l'ignoble affichage qui déshonore tous nos monuments publics, et les affreuses baraques établies sur nos places publiques et nos carrefours et qui servent de bureau (?) aux Compagnies d'omnibus et de tramways. Malheureusement, il est à craindre qu'il en soit toujours ainsi... tant qu'Alphand sera mort!

Concours d'appareils de chronométrage. — Les goûts sportifs des automobilistes ont mis à la mode les courses sur courte distance, et les rois de la route — l'instinct monarchiste se révèle comme il peut — se disputent le record du mille arrêté et du kilomètre lancé. Ce record, abaissé aujourd'hui à 29 secondes *environ* pour le kilomètre lancé, est établi par un procédé que nous nous permettrons de qualifier de barbare, pour ne pas dire absurde. Les temps sont pris aux points 609 et 1609 par deux chronométreurs, sur deux chronomètres différents, mis plus ou moins d'accord au début de la course, et qui, sous l'influence des nombreux enclenchements et déclenchements successifs auxquels ils sont soumis pendant les épreuves, se trouvent plus ou moins d'accord — plutôt moins que plus — à la fin de ces épreuves.

Or, ces chronomètres indiquent seulement le cinquième de seconde, et il n'est pas difficile de voir que, dans ces conditions, l'*écart* entre les temps constatés pour deux voitures différentes, l'une favorisée par les hasards de la dédoublante, l'autre, au contraire, pénalisée par les mêmes hasards, peut atteindre *quatre cinquièmes* de seconde, à raison de un cinquième de seconde par opération chronométrique. Si l'on ajoute à cet écart possible, et qui se produit *forcément* avec un lot important de coureurs, les différences de marche des chronomètres, leur manque d'accord initial, et l'erreur personnelle des chronométreurs, la différence peut atteindre sept ou même huit cinquièmes de seconde, enlevant ainsi à l'épreuve toute garantie de certitude et, partant, toute valeur.

Après avoir attaché le grelot à la question en août dernier dans *La Locomotion* et saisi la commission technique de l'*Automobile-Club de France* des imperfections du procédé actuel de chronométrage des courses sur courte distance,

nous avons obtenu la création d'un CONCOURS D'APPAREILS DE CHRONOMÉTRAGE organisé par l'A. C. F. et dont il a chargé une Commission spéciale composée de quatre membres de la Commission technique et de quatre membres de la Commission sportive.

Ce concours intéresse tout particulièrement les électriciens en ce sens qu'ils pourront y apporter des appareils électriques, et l'on peut espérer que ces appareils donneront la solution du problème. Un prix de 1000 fr sera accordé à l'appareil qui fonctionnera le mieux, et des médailles aux dispositifs ingénieux et intéressants présentés par les concurrents. Les dessins et projets seront impitoyablement rejetés par le jury qui ne prendra en considération que les appareils pouvant faire leurs preuves sur la route. Ces appareils devront parvenir à l'A. C. F. le 8 février 1903, délai de rigueur.

La mesure du courant de charge des accumulateurs par des alterno-redresseurs ou des soupapes électriques. — L'utilisation des courants alternatifs pour la charge des accumulateurs soit à l'aide d'alterno-redresseurs, soit à l'aide de soupapes électriques, prend une importance de plus en plus grande, mais la mesure exacte du courant de charge présente des difficultés sur lesquelles nous avons déjà eu l'occasion d'appeler l'attention de nos lecteurs. Il est certain qu'un appareil thermique qui donne l'intensité efficace, sans tenir compte du *signe* du courant à chaque instant, ne saurait convenir à la mesure, et fournira des indications toujours trop élevées.

Par contre, les ampèremètres à courant continu *à shunt* donneront des indications toujours trop faibles, car, par suite de la variation de l'intensité du courant pendant la période, le courant ne se partagera pas proportionnellement entre le shunt et le circuit de la bobine, en raison inverse de leurs résistances respectives, par suite de la self-induction de celle-ci, et l'ampèremètre retardera. Cela tient à la constante de temps relativement élevée de la dérivation comprenant la bobine. Aussi, comme nous l'a fait remarquer avec raison M. Guidé, électricien chargé des soupapes Nodon, le courant mesuré par une méthode électrolytique, un voltamètre à cuivre, par exemple, est-il plus intense que celui fourni par un ampèremètre shunté, bien étalonné au préalable sur courant continu. La conséquence de cette observation, c'est qu'on ne peut mesurer le courant *moyen* fourni par un alterno-redresseur ou une soupape qu'en employant des ampèremètres dans la bobine desquels passe le courant *total* à mesurer, à l'exclusion des thermiques et des ampèremètres à shunt. On pourra cependant utiliser un appareil de ce type à la mesure du courant, à la condition que sa résistance soit assez grande ou la self-induction du cadre mobile assez petite pour rendre sa constante de temps très petite.

Comme la mesure de ces courants plus ou moins redressés peut amener des malentendus et des discussions entre les divers intéressés, fabricants d'appareils de mesure, d'alterno-redresseurs, de soupapes, d'accumulateurs, fournisseurs et consommateurs d'énergie électrique, nous croyons utile d'insister sur la nécessité de bien préciser les conditions auxquelles doivent satisfaire les appareils et les précautions avec lesquelles les mesures devront être faites.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Beaulieu (Alpes-Maritimes). — *Éclairage.* — Nous apprenons que le cahier des charges pour l'éclairage électrique de cette ville est approuvé. En voici les lignes essentielles : la durée de concession est de quarante ans, l'usine sera établie à Beaulieu; les canalisations seront souterraines, les fils, lampes, candélabres seront posés aux frais du concessionnaire; à la fin de la concession, usine, matériel, canalisations deviendront la propriété de la commune. Le prix de l'énergie pour l'éclairage public est de 5 centimes l'hectowatt-heure, celui de l'éclairage privé est de 9 centimes pendant dix ans, 8 pendant quinze ans et 7 pendant les derniers quinze ans. Pour la force motrice et le chauffage, le prix est de 8 et 7 centimes pendant chaque période de vingt années.

Brides-les-Bains (Savoie). — *Traction électrique.* — La Compagnie des voies ferrées des Alpes françaises, concessionnaire, a fait établir en 1899, par la Compagnie de Fives-Lille, une ligne de tramway électrique reliant la gare de Moutiers à Bride-les-Bains, en desservant la petite station thermale de Salins. Cette ligne sera continuée ultérieurement jusqu'au village du Villard-du-Planay, point terminus prévu dans le projet.

Cette installation importante a été entièrement étudiée et exécutée par la Compagnie de Fives-Lille, et mise en marche par ses soins dans le courant du mois d'août 1899.

La force motrice nécessaire a été prise au torrent des Allues descendant de la montagne et venant se jeter dans le Doron, précisément à Brides-les-Bains, et sensiblement au milieu des deux points terminus, c'est-à-dire à 6 km de la gare de Moutiers et à 7 km du Villard.

L'usine génératrice a donc été installée à Brides-les-Bains même, et le torrent des Allues, qui donne à cet endroit une chute utilisable de 110 m, avec un débit moyen de 1200 litres d'eau par seconde, se trouvait être largement suffisant.

Pour cela, le torrent a été retenu dans la montagne au moyen d'un barrage submersible. L'eau étant très sablonneuse pendant la période de la fonte des neiges, on y a, en outre, installé des chambres de décantation; ces chambres sont reliées à l'usine génératrice par une conduite forcée en tôle d'acier d'un diamètre de 0,7 m, descendant le long de la montagne sur un parcours de 700 m.

A l'entrée de l'usine, la conduite se raccorde à trois turbines munies de régulateurs automatiques et pouvant développer chacune une puissance de 260 chevaux à la vitesse de 370 tours par minute; ces turbines commandent chacune directement par plateau élastique, système Raffard, une dynamo Fives-Lille à courant continu, hypercompoundée, capable de fournir 160 kilowatts sous 500 volts à vide et 600 volts en pleine charge, à la vitesse de 370 tours par minute.

Un tableau de distribution en marbre blanc, comportant tous les appareils nécessaires à la sécurité et au bon fonctionnement de l'installation, et à la mise en parallèle des génératrices, ainsi que les appareils de départs de feeders, complète l'installation de l'usine génératrice.

La longueur actuelle de la voie, entre la gare de Moutiers et l'entrée du Casino de Brides-les-Bains, est de 6 km; la voie est à écartement d'un mètre; elle est formée par des rails Vignole de 24 kg le mètre courant, posés sur des traverses en chêne noyées dans la chaussée, sur le côté gauche de la route. A la traversée des lieux habités, les rails sont doublés d'un contre-rail, de façon à former une ornière de 32 mm de largeur.

Sur tout son parcours, cette voie est très accidentée; plusieurs courbes n'ont qu'un rayon de 25 m, et certaines rampes atteignent 0,065 à 0,075.

La ligne aérienne distribuant le courant est constituée sur toute sa longueur par deux fils de contact de 8 mm de diamètre, en cuivre dur.

Ces fils sont suspendus dans l'axe de la voie à la hauteur réglementaire, et supportés soit de chaque côté par des

poteaux en bois de pin sulfaté armés de colliers, soit d'un côté par des consoles.

Le retour du courant est assuré par les rails qui sont assemblés électriquement sur tout le parcours et sont reliés à un conducteur de cuivre nu, placé en terre, de même section que les fils de prise de contact, et qui aboutit à l'usine.

Les deux fils aériens de prise de contact sont reliés directement au tableau de distribution de l'usine :

1° à la traversée de Brides-les-Bains;

2° et par un feeder aboutissant à l'entrée du village de Salins. De cette façon, la chute de tension, même au plus fort de l'exploitation, n'atteindra jamais une valeur trop grande pouvant nuire à la marche régulière des moteurs des voitures, et rendre les démarrages pénibles.

Le trolley de prise de courant sur le fil aérien est du modèle à roulette, couramment employé.

Les voitures sont du type de la Compagnie de Fives-Lille; leur truck, à deux essieux, comporte deux moteurs; il est disposé pour la voie d'un mètre et pour porter une caisse de 7 à 8 m de longueur pouvant contenir 40 à 50 voyageurs.

Ces voitures sont munies d'un frein à vis, très puissant, qui peut être actionné des deux plateformes; ce frein agit sur les roues au moyen de huit sabots. Il est largement suffisant pour arrêter une voiture et la maintenir immobile sur les plus fortes déclivités de la ligne; mais, afin d'avoir encore plus de sécurité et d'éviter que la voiture ne parte à la dérive lorsqu'elle est arrêtée sur une pente, le truck est muni de sabots de calage pouvant être actionnés des plateformes après chaque arrêt de la voiture sur une forte rampe.

Les moteurs employés sur ces trucks sont ceux que construit couramment la Compagnie de Fives-Lille pour la traction; ils sont d'une puissance normale qui peut varier de 25 à 40 chevaux, sous une tension de 400 à 600 volts. Comme ils sont établis très largement, la puissance développée peut passer sans inconvénient de 25 à 45 chevaux, ce qui permet de gravir les rampes en vitesse, de démarrer en rampe sans difficulté et d'ajouter aux voitures motrices des voitures de remorque, lorsque le trafic le demande, et surtout pendant la saison thermale.

Les régulateurs de plateforme sont du type Fives-Lille à série parallèle. Ils comportent chacun deux cylindres commandés par des leviers, dont le plus grand sert à faire les couplages des moteurs correspondant aux différentes vitesses, et l'autre permet d'obtenir la marche en avant ou en arrière avec les deux moteurs ou avec l'un quelconque des deux. En outre, trois touches supplémentaires, en dehors du plot de repos, permettent de faire agir les moteurs comme freins électriques, par la simple manœuvre du grand levier.

Pour l'exploitation actuelle, une seule génératrice est utilisée, mais lorsque la ligne sera terminée jusqu'à Villard-du-Planay, deux génératrices seront nécessaires avec une troisième comme réserve, car non seulement le trafic des voyageurs augmentera, mais on y ajoutera le transport des marchandises.

A cette époque, en effet, la Compagnie des voies ferrées des Alpes françaises mettra en service, outre ses voitures de voyageurs, des fourgons à marchandises, car elle desservira sur son parcours des localités importantes au point de vue du trafic des marchandises en raison des industries qui y sont installées.

Parmi ces usines, nous signalerons celle de la Compagnie générale d'Electro-chimie, située à Bozel, entre Brides et le Villard-de-Planay, qui comporte 6 groupes électrogènes de 500 kilowatts et utilise une chute d'eau de 237 m. La conduite forcée a une longueur totale de 2345 m et un diamètre de 0,9 m. Les dynamos, qui sont commandées directement par les turbines, sont du type Fives-Lille à courant continu; elles ont 8 pôles et leur puissance est de 500 kilowatts. Elles sont au nombre de six et développent chacune environ 200 volts, à la vitesse de 300 tours par minute. Elles sont utilisées pour la fabrication du carbure de calcium et du ferro-silicium.

Épinal. — *Traction électrique.* — Depuis longtemps déjà, il était question d'introduire la traction électrique dans la ville d'Épinal.

Le réseau à construire comporte deux lignes d'une longueur de 6500 m.

L'une traverse la ville dans toute sa longueur, partant du pont de Golbey pour aboutir presque à l'entrée du Champ-du-Pin, à l'extrémité de l'avenue de la Loge-Blanche, en passant par la gare et près du Marché couvert et suivant la rue Thiers.

L'autre part de la gare pour aboutir au faubourg de Poissompré, au pied de la montée du cimetière, en passant par la place des Vosges.

Ces deux lignes répondent à la circulation très active qui existe entre les deux points extrêmes et le centre de la ville d'une part, la gare et les différents points de la localité d'autre part.

Or, si l'on compare les produits de la plupart des installations de tramways, on peut constater que les plus productives sont celles qui comportent un réseau relativement restreint, reliant entre eux les points les plus fréquentés, tandis que les réseaux allongés de lignes secondaires desservant des banlieues éloignées avec des départs peu fréquents, restent improductives sans donner grande satisfaction à la population.

Pour la construction, la ville s'est mise en rapport avec la Compagnie générale électrique de Nancy, dont la compétence est bien connue. Les tramways de Longwy, qui fonctionnent d'une façon très satisfaisante, ont été exécutés par elle, et elle construit en ce moment tout le matériel de la ligne de Retournemer à la Schlucht et au Honeck.

Hauteville (Ain). — *Éclairage.* — Nous apprenons que l'on s'occupe d'étudier un projet d'éclairage électrique pour les communes d'Hauteville, Lompnes et Cormaranche. Ce projet est soumis à l'approbation des conseils municipaux intéressés par MM. Brun, industriels à Tenay. C'est M. Basu, ingénieur de la Compagnie Thomson-Houston, qui a fait les devis et rédigé le cahier des charges. Le conseil municipal d'Hauteville se réunira prochainement pour statuer sur cette importante question. Le conseil municipal de Cormaranche a émis un avis très favorable.

Au dernier moment nous apprenons que le Conseil municipal s'est de nouveau occupé dans sa dernière réunion du projet d'éclairage électrique qui lui est soumis par M. Brun, industriel à Tenay.

Le Conseil a examiné attentivement chacune des clauses du cahier des charges et entendu un rapport du maire sur cette question. Dans ce rapport ont été précisées toutes les objections à faire à chacun des articles du cahier des charges jugés défavorables aux intérêts de la commune. Toutefois, comme l'a fait observer M. le Maire, ces objections n'ont rien d'absolu. Aussi le Conseil a-t-il décidé d'entendre M. Brun.

Espérons qu'un accord interviendra entre le concessionnaire et la commune, et permettra de réaliser ce projet, qui constituera un incontestable progrès et rendra de grands services.

Saint-Genis-des-Fontaines (Pyrénées-Orientales). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal de cette ville, convaincu de l'éclairage défectueux qu'on obtient avec le pétrole, se prononce pour la substitution de l'éclairage à l'électricité à celui du pétrole et décide de mener cette affaire avec célérité et énergie.

Qu'on se le dise!



SUR LE RENDEMENT ET LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

DES

SOUPAPES ÉLECTROLYTIQUES

Dans un récent article [1], M. A. Soulier a signalé quelques applications des clapets électrolytiques dans lesquelles le rendement ne joue qu'un rôle secondaire, tel que celui de disjoncteur, de redresseur pour la charge des accumulateurs d'allumage d'automobiles, mesure de la résistance des électrolytes, petits moteurs à courant continu, etc., en réservant celles dans lesquelles le rendement joue un rôle assez important pour dicter l'emploi ou le rejet de ce système de redressement.

Nous avons eu récemment l'occasion à l'*École de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris*, avec le concours de MM. Davy et Trautner, élèves de

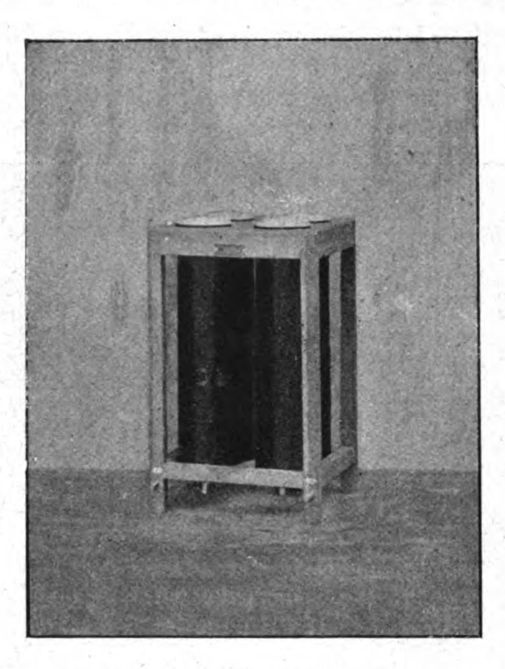


Fig. 1. — Vue d'ensemble d'une soupape Nodon.

quatrième année, de faire des déterminations des conditions de fonctionnement de la *Soupape électrique Nodon*, mise gracieusement à notre disposition par M. J. Piettre, et nous avons pensé que les résultats obtenus seraient de nature à intéresser nos lecteurs, en fixant les conditions dans lesquelles fonctionne cet appareil de redressement des courants alternatifs simples et polyphasés.

Rappelons que la soupape électrique Nodon est constituée par quatre clapets électrolytiques disposés en pont de Wheatstone (montage Léo Grätz), l'une des diagonales recevant le courant alternatif, ou plus exactement, la tension alternative à redresser, l'autre diagonale étant formée par l'appareil d'utilisation dans lequel doit passer le courant redressé.

Dans la soupape Nodon, chaque clapet [1] ou électrolyseur est constitué : 1° par un tube en fer F munis d'un fond perforé à sa partie inférieure, et fermé par un bouchon isolant. Ce tube est muni d'une prise de courant.

2° Par un cylindre formé d'un alliage de zinc et d'aluminium A. Ce cylindre pénètre dans le bouchon et est concentrique au tube ; il est muni d'une prise de courant. Le tube en fer constitue un récipient cylindrique renfermant une solution saturée de phosphate d'ammonium.

Les actions électrolytiques qui se produisent sont les suivantes : lorsque le courant arrive sens positif de A vers F il se forme instantanément une pellicule de phosphate d'aluminium et de zinc, d'alumine et d'oxyde de zinc à la surface de A. Cette pellicule présentant une résistance énorme s'oppose au passage du courant.

Au contraire, si le courant arrive sens positif de F vers A (ou sens négatif de A vers F) il y a réduction de la pellicule et le courant circule librement.

En groupant quatre électrolyseurs suivant le montage dit Léo Grätz on voit facilement, par suite des réactions indiquées ci-dessus, que les deux demi-phases du courant alternatif seront de même sens dans le circuit d'utilisation,

Les électrolyseurs peuvent supporter une tension variant de 50 à 140 volts ; donc une soupape redressera un courant alternatif dont la force électromotrice efficace ne dépassera pas 140 volts. Pour les tensions supérieures on montera deux ou plusieurs clapets en tension suivant la valeur de la force électromotrice efficace.

Lorsqu'on met la soupape en service, il faut la *former*, c'est-à-dire constituer la pellicule isolante en y envoyant le courant alternatif avec une tension graduellement croissante, en intercalant dans le circuit, soit une résistance, soit une bobine de self-induction, que l'on diminue progressivement. La formation est terminée en une dizaine de secondes.

Les expériences faites à l'E. P. C. ont porté sur une soupape du type dit de 5 ampères, alimentée à la fréquence de 42 périodes par seconde par le Secteur de la rive gauche, et chargeant une batterie d'accumulateurs de 42 éléments montés en tension.

La figure 2 montre les différents éléments de fonctionnement relevés à l'ondographe :

1 est la différence de potentiel u_a fournie à la soupape (côté alternatif) ;

2 le courant i_a pris par la soupape (côté alternatif) ;

3 le courant i_c pris par les accumulateurs (côté continu) ;

4 est la différence de potentiel u_c aux bornes de la soupape (côté continu).

Ces courbes, beaucoup plus régulières que celles relevées autrefois sur des appareils analogues alimentés par le secteur de Neuilly, doivent cette allure plus régulière

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 25 novembre 1902, n° 262, p. 522.

[1] Pour distinguer, nous donnons le nom de *clapet*, à un électrolyseur simple, en réservant celui de *soupape* à l'ensemble des *n* clapets servant au redressement complet de chaque demi-onde

à la forme moins tourmentée de la tension fournie par le Secteur de la rive gauche. Les courbes de tension et les courbes d'intensité sont respectivement à la même échelle pour faciliter les comparaisons. On voit sur ces courbes

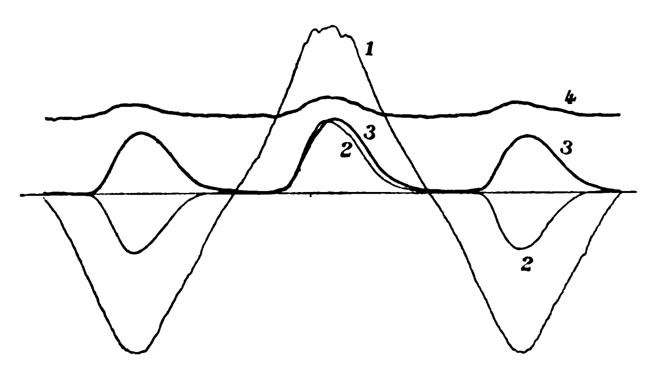


Fig. 2. — Courants et différences de potentiel.

que le redressement du courant est complet, sans aucune partie négative.

La figure 3 représente la puissance fournie à la soupape pendant une période relevée au Puissancegraphe. La figure 4 représente la puissance débitée par la soupape sur les accumulateurs. Ces deux courbes tracées par le même appareil, à la même échelle, donnent, en intégrant au planimètre leurs surfaces limitées à l'axe des temps, des surfaces respectivement proportionnelles à l'énergie dépensée et à l'énergie débitée pendant une période.

Le rapport de ces deux surfaces est donc égal au rende-

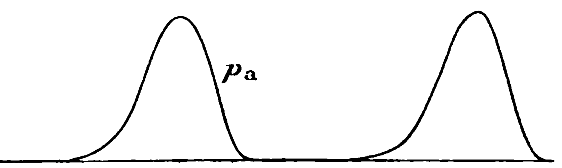


Fig. 3. — Puissance fournie à la soupape (côté alternatif).

ment, lequel a varié, dans nos expériences, entre 65 et 75 pour 100. Les écarts sont dus aux influences du régime

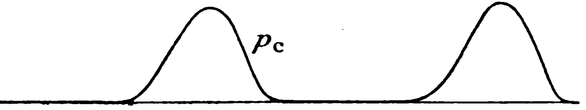


Fig. 4. — Puissance débitée par la soupape (côté continu).

de charge, de la température, du nombre d'accumulateurs en charge, de leur force contre-électromotrice, de la forme du courant alternatif, de son ordonnée maxima, etc.

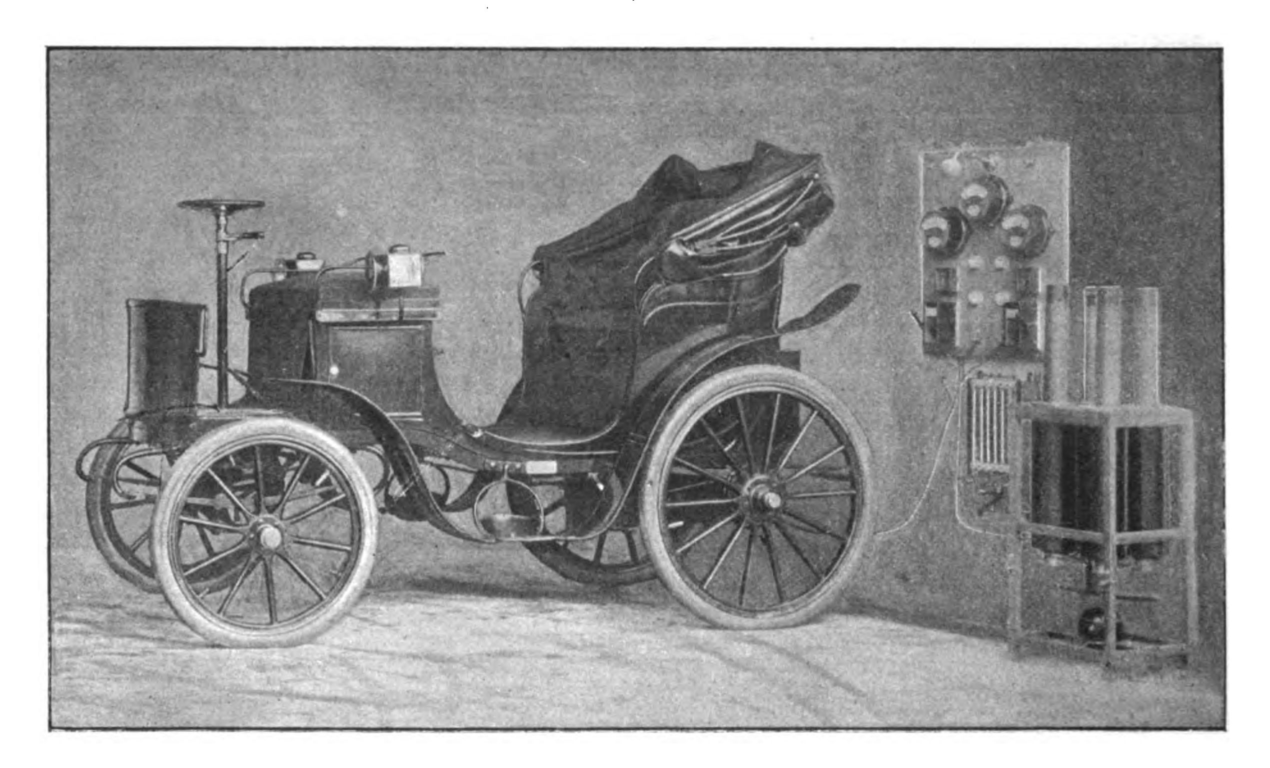


Fig 5. — Vue d'ensemble d'un poste de charge sur courants alternatifs par soupape Nodon pour automobile.

En attendant les résultats d'une série de mesures systématiques que nous espérons pouvoir poursuivre bientôt, il est acquis pour nous que le rendement industriel de la soupape électrique oscille autour de 70 pour 100. Les phénomènes d'électrolyse et les résistances des clapets absorbent les 30 pour 100, ce qui justifie l'échauffement graduel de la solution, échauffement qui n'a d'ailleurs pas d'autre inconvénient que de faire vaporiser le liquide, et d'obliger à rajouter de l'eau de temps en temps pour maintenir le niveau. Dans les soupapes de plus de 20 ampères, on s'oppose à un échauffement trop rapide en disposant à la partie inférieure de la soupape un petit ventilateur alimenté par le courant redressé, et qui produit un énergique appel d'air froid de bas en haut.

Nous avons également vérifié, à l'aide de l'ondographe, comment se comporte la soupape constituée par quatre clapets montés en pont de Wheatstone, au point de vue des actions électriques dont elle est le siège. Agit-elle comme un condensateur ou comme une résistance? Il résulte des courbes relevées sur la soupape et sur un condensateur substitué à elle sur le courant alternatif fourni par le Secteur de la rive gauche que la soupape fonctionne comme le condensateur et est traversée par un courant sensiblement déphasé de un quart de période en avance sur la différence de potentiel, et que ce courant présente les mêmes déformations que celles obtenues sur le courant de charge du condensateur, déformations dues à la présence des harmoniques. Cependant, le déphasage est un peu moins grand qu'avec le condensateur, ce qui indique que la soupape fermée par les quatre clapets se comporte comme un condensateur ayant une *fuite*, c'est-à-dire présentant une résistance intérieure médiocre.

La figure 5 représente une soupape, son rhéostat de mise en formation et de réglage, et son ventilateur, appliquée à la charge d'une voiture électrique *Electricia* précédemment décrite dans nos colonnes. C'est à la charge des accumobiles sur réseaux de distribution par courants alternatifs simples que la soupape électrique trouvera le plus grand nombre d'applications, car elle est, à notre avis, tout à fait au point pour cet emploi spécial.

Pour des applications importantes, il sera peut être préférable d'avoir recours à des commutatrices ou à des moteurs-générateurs, dont le rendement est plus élevé; mais pour des puissances inférieures à 5 ou 6 kilowatts, il semble que la soupape conserve l'avantage pour la simplicité, le prix et la commodité d'emploi, avec un rendement égal, sinon supérieur.

La soupape électrolytique donne des courants simplement redressés sur des courants alternatifs simples. Appliquée aux courants triphasés, en disposant deux clapets par fil (six clapets dans le cas de courants triphasés) on obtient un courant ondulatoire toujours fortement positif, et il serait possible d'obtenir du courant continu ou sensiblement tel en employant des forces électromotrices *n*-phasées, *n* étant égal à 6, 8 ou 10. Ce serait une solution originale et inattendue de la production du courant continu sans commutateur et avec un induit *fixe*, à l'aide d'une machine empruntant d'ailleurs son excitation au courant *n*-phasé lui-même, c'est-à-dire à l'exclusion de toute excitatrice. En attendant ces dynamos nouvelles, nous croyons savoir qu'un alternateur triphasé important est ainsi rendu auto-excitateur, la tension d'excitation étant d'ailleurs réduite par un petit transformateur spécial qui la rend adéquate au clapet. De l'auto-excitation au compoundage, il n'y a qu'un pas qui sera vite franchi, et c'est ainsi que le phénomène découvert par Buff en 1857, et tombé alors dans l'oubli, reprend, après un demi-siècle, grâce aux progrès de l'électrotechnique, une valeur industrielle dont il serait actuellement difficile d'apprécier l'importance.

É. Hospitalier.

EMPLOI DES ACCUMULATEURS
POUR
LA TRACTION SUR VOIES FERRÉES

De prime abord, il est bon de faire remarquer qu'une solution économique rejette absolument l'emploi des accumulateurs dans cette voie. Sans faire ressortir ici les inconvénients multiples de ces engins fantaisistes, merveilleux en tant qu'appareils à poste fixe, mais détestables en tant qu'appareils de traction, il est facile de démontrer que, même en négligeant l'entretien des éléments et l'amortissement du coût d'achat, le poids mort et le rendement de la batterie font plus que doubler la dépense d'énergie pour un même poids utile.

Considérons une voiture à trolley de 6 tonnes consommant par exemple 100 watts-heure par tonne-km. Si nous équipons cette voiture avec des accumulateurs, le poids supplémentaire ne pourra pas, pour un parcours même restreint, être inférieur à 2 tonnes; l'énergie à fournir au moteur pour un même poids utile sera donc d'un tiers plus grande, soit 133 watts-heure et enfin, la batterie pour restituer ces 133 watts-heure en aura exigé $\frac{133 \times 100}{60} = 221$, voire même davantage si, comme cela se pratique presque exclusivement, on a fait usage de la charge rapide.

En un mot, pour une même exploitation l'usine devra avoir une puissance double dans le cas des accumulateurs; il ne faudra donc faire appel à ce genre de locomotion qu'autant que des autorités revêches auront jugé dangereux le trolley pour les piétons et le caniveau pour les bicyclistes.

Les lignes à accumulateurs peuvent être classées en :

A. Lignes à parcours entier avec batterie.

B. Lignes mixtes, partie avec batterie, partie avec un autre système.

Pour les unes et les autres l'on pourra employer indifféremment la méthode du changement de batterie, c'est-à-dire le remplacement plus ou moins automatique d'une batterie vidée par une autre chargée, ou la méthode de charge en bout de ligne, les voitures stationnant quelque temps au terminus tandis que s'effectue une charge rapide sous potentiel constant.

Bien que plus parfaites techniquement, ces deux méthodes nécessitent un matériel et un personnel tout spécial, et la tendance actuelle est de leur substituer une solution très élégante et très simple qui supprime à la fois le matériel en question et le stationnement inévitable : c'est la charge en cours de route sur le parcours à trolley ou caniveau.

Il va sans dire que cette méthode est applicable seulement aux lignes mixtes, dont le type parfait se trouve dans les lignes de pénétration.

L'apparence est souvent trompeuse et malgré l'aspect séduisant de la charge en cours de route les inconvénients ne manquent pas :

Tout d'abord la charge sous potentiel constant exige au début un à-coup qui peut atteindre sinon dépasser 300 ampères, ce qui amène une chute brusque de tension dans des conducteurs de 54 mm² et une perte par effet Joule qui finit par ne plus être négligeable si elle est fréquemment renouvelée.

La tension par cela même est d'autant plus irrégulière et peut avoir une moyenne très basse, de sorte que, lorsque le wattman interrompt la charge au bout du temps réglementaire, la batterie n'a pas récupéré une somme d'énergie suffisante pour accomplir son futur voyage, et la panne fatale apparaît à l'horizon.

Le remède serait de placer un voltmètre sur un des éléments, mais on préfère en général survolter à l'usine, bien qu'il soit fâcheux de perdre 100 ou 125 volts depuis le tableau jusqu'au point de charge.

Il peut arriver également une interruption de courant durant la journée; si alors le disjoncteur de la voiture ne fonctionne pas (ce qui est fort possible), les voitures en service d'une même section voyagent aux dépens de quelques batteries qui, elles, se déchargent au lieu de se charger.

Enfin cette charge à régime plus ou moins intense, outre l'injure physique causée aux plaques, est fréquemment suivie d'une décharge à régime également élevé, et l'on obtient ainsi des rendements dérisoires.

Comme conclusion on ne saurait trop recommander l'une des méthodes de préférence aux autres et les circonstances particulières feront loi dans chacun des cas envisagés.

Toutefois le calcul de la batterie sera le même dans tous les cas et cette détermination est assez délicate : si la capacité est trop juste, un peu de sulfatation ou quelques éléments morts, et la panne reparaît; si la capacité est par trop grande, il dévient difficile de la loger dans l'espace dont on dispose, et l'on augmente inutilement le poids mort, le prix d'achat, etc.

L'on peut cependant déterminer cette capacité, en partant de l'énergie nécessaire pour effectuer un parcours dont le profil est donné.

La force horizontale nécessaire pour maintenir un véhicule de poids P à une certaine allure est pratiquement indépendante de la vitesse et égale à :

$$F = kP.$$

En rampe (nous supposerons que dans les pentes la batterie ne débite pas) cette valeur devient :

$$F = kP(1 + \operatorname{tg} \alpha).$$

Et pour un parcours de L mètres, il faudra dépenser un travail :

$$W = FL = kPL(1 + \operatorname{tg} \alpha).$$

Il est d'usage d'admettre que pour une courbe de rayon R l'énergie supplémentaire dépensée par kilogramme et par mètre est :

$$\frac{0,37}{R-10}.$$

Pour une voiture d'un poids P et au bout de L mètres, cette énergie supplémentaire sera :

$$\frac{0,37}{R-10} PL.$$

Et la formule générale permettant de calculer l'énergie nécessaire pour couvrir un parcours déterminé sera :

$$W = PL \left\{ k(1 + \operatorname{tg} \alpha) + \frac{0,37}{R-10} \right\}.$$

Enfin, pour tenir compte des à-coups au démarrage et des rendements organiques, il sera bon de faire usage de l'expression :

$$W = \frac{6PL}{5} \left\{ k(1 + \operatorname{tg} \alpha) + \frac{0,37}{R-10} \right\}.$$

En tenant compte du poids de la batterie, si l'on appelle p le poids de la voiture en ordre de marche, l'on aura :

$$P = p + \frac{p}{3} = 1,33\, p.$$

Le coefficient de traction devra correspondre au cas d'une voie sale, c'est-à-dire :

$$k = 0,023.$$

Enfin le profil en long, tel qu'il est exigé pour l'étude des avant-projets de traction, présente toutes les valeurs nécessaires au calcul des énergies élémentaires et par suite de W.

Si maintenant nous adoptons un nombre d'éléments en concordance avec la tension de la ligne, 210 par exemple pour une tension moyenne de 525 volts (soit une charge sous potentiel constant de 2,5) et si nous prenons une tension moyenne à la décharge de 1,86 (soit 390 volts pour la batterie) la capacité Q de la batterie en ampères-heure sera :

$$Q = \frac{W}{367 \times 390},$$

étant donné que le watt-heure équivaut à 367 kgm. Nous avons supposé que dans les pentes la batterie ne débitait pas. Connaissant alors la longueur totale L des rampes tant à l'aller qu'au retour, et la vitesse moyenne v résultant de l'horaire projeté, l'on connaîtra approximativement le temps de la décharge :

$$t = \frac{L}{v}.$$

Connaissant la capacité Q, en t heures, l'examen du catalogue fournira les dimensions de l'élément, en ayant soin, si cette capacité tombe entre deux types, de choisir le plus fort.



Le type adopté, il sera alors facile de calculer l'encombrement de la batterie, et les dimensions de la caisse si les éléments sont destinés à être placés sous la voiture, en ayant soin toujours de maintenir le fond à une distance suffisante du niveau de la voie pour qu'un corps étranger ne s'y puisse engager. J. IZART.

TRANSPOSITION DES FILS

DANS

LES LIGNES A COURANT ALTERNATIF

D'une discussion soulevée à ce sujet au sein du récent Congrès d'électricité de Cincinnati, et des résultats d'expériences apportés par certains des ingénieurs américains ayant pris part à cette discussion, il est possible de tirer quelques données intéressantes, bien que non définitives encore.

On a signalé des lignes triphasées à 60 périodes par seconde, de 10 000 volts, d'une longueur atteignant 16 à 25 km, sans transposition aucune, et qui n'ont jamais manifesté d'effets inductifs quelconques : ce sont les lignes de la *Portland Light and Power C°*.

Semblablement la *Public Works C°* signale le cas d'une ligne, d'une longueur d'environ 8 km, exploitée à 6 600 volts et sans aucune transposition. Elle signale aussi l'emploi satisfaisant, sur les mêmes lignes, d'isolateurs à simple cloche primitivement consacrés aux circuits d'arc à courant continu.

L'expérience de la *Buffalo General Electric C°* est encore plus précise à cet égard : elle indique que trois transpositions sont suffisantes pour une ligne d'une longueur de 8 km. Mais il importe de ne pas attribuer à ces résultats une valeur absolue, et de bien retenir l'importance des conditions qui peuvent présider à chaque application particulière et en modifier, dans certaines limites, les résultats.

De l'expérience du Dr Perrine, il résulte que les perturbations éprouvées dans les lignes dépendent beaucoup de la nature de celles-ci, des longueurs des parcours parallèles, et que certaines de ces perturbations sont de nature électrostatique, auxquelles il est impossible de remédier, les autres de nature électromagnétique auxquelles il est presque toujours facile de remédier.

Il importe au premier chef de bien distinguer la nature des lignes.

Par exemple, les lignes téléphoniques sont infiniment plus sensibles aux perturbations, en raison de la nature même des appareils qu'elles comportent. Presque toujours une ligne téléphonique, parallèle à une ligne de transmission sur une longueur dépassant 1 600 m, est le siège de perturbations sensibles : le Dr Perrine, qui l'a constaté, conseille d'y remédier par la transposition des deux lignes.

Le télégraphe est beaucoup moins sensible, et il est rare que des perturbations s'y manifestent pour des distances inférieures à 6 ou 8 km.

Le cas le plus difficile est de soustraire des lignes de télégraphe *à retour par la terre* aux perturbations inductives, et la méthode ordinaire de transposition est alors insuffisante.

La puissance transmise par la ligne importe aussi, et on a constaté que pour moins de 100 ampères, et pour des distances ne dépassant pas 3 à 5 km, les effets ne sont pas très sensibles.

La manière d'effectuer les transpositions est aussi de toute importance, et le Dr Perrine cite comme exemple de ce fait le cas d'un circuit téléphonique transposé tous les 8 poteaux et très gravement affecté par une ligne de transmission ne portant que 20 ampères. La raison en était qu'on avait effectué sur les deux lignes des transpositions tout à fait indépendantes et qu'on n'avait pas du tout compensé les effets des sections successives des lignes. Il a suffi, pour y remédier, d'établir les transpositions de la ligne téléphonique en tenant bien compte des transpositions déjà faites sur l'autre ligne.

De sorte qu'il a suffi de dix fois moins de transpositions pour obtenir un excellent résultat.

Pour tous ces effets électromagnétiques la tension des lignes de transmission est sans influence, tandis qu'elle a une influence considérable sur les perturbations électrostatiques, auxquelles il est si difficile de remédier. M. P. M. Lincoln confirme, par son expérience du réseau de Niagara, les observations de M. Perrine, et signale le cas de perturbations électrostatiques très sensibles auxquelles il a été remédié en maintenant bien isolés de la terre tous les circuits télégraphiques et téléphoniques.

Les diverses observations que nous venons de signaler montrent parfaitement qu'on n'avait pas de ces difficultés des notions bien nettes, mais qu'on a acquis depuis une connaissance suffisante de leurs causes et des remèdes à leur apporter pour n'en plus redouter aucun inconvénient sérieux. P. L.

L'ONDOGRAPHE

L'ondographe, sous sa forme d'étude, a été décrit en détail dans *L'Industrie électrique* du 10 juillet 1901, et il est assez connu de nos lecteurs pour que nous n'ayons pas à revenir sur sa description. Nous nous contenterons de reproduire ici l'appareil définitif, tel qu'il est construit par la *Compagnie pour la fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz*. La figure 1 est un plan d'ensemble à l'échelle de 1/5e montrant les connexions; la figure 2, une vue d'ensemble; la figure 3, une vue de la trousse renfermant tous les accessoires : pied mobile, longue aiguille, manivelle, papier, rouleau pour l'inscrip-

tion sur longues bandes, encre rouge et noire, alcool, huile, pipettes, peau de chamois pour le nettoyage de la

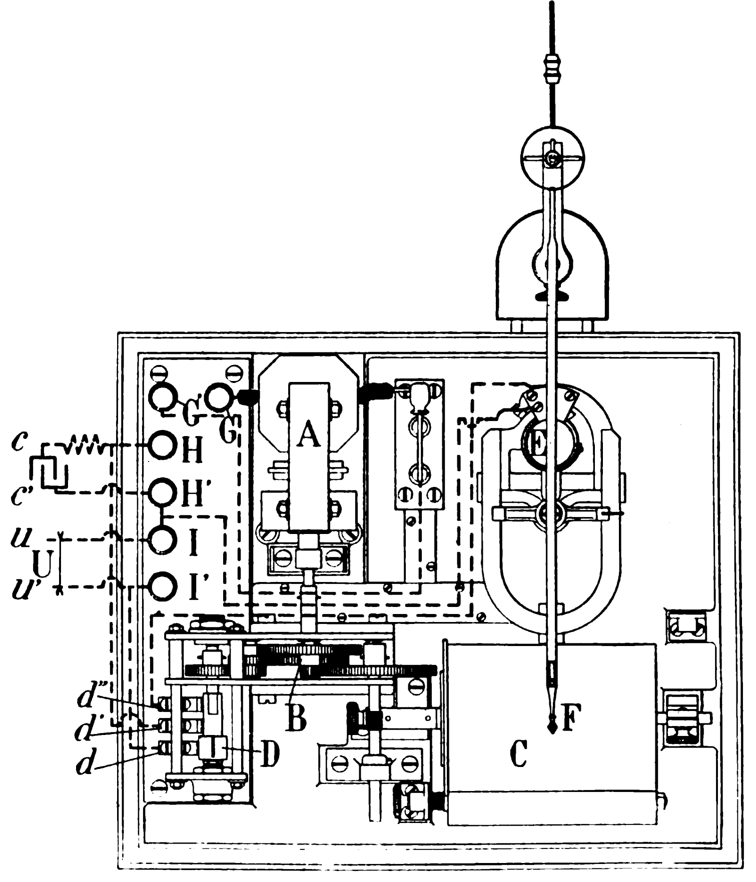


Fig. 1. — Plan de l'ondographe. (Échelle : 1/5.)

A, moteur asynchrone. — B, train d'engrenage. — C, cylindre enregistreur. — D, commutateur. — E, galvanomètre. — F, plume. — G G', bornes d'alimentation du moteur. — H H', bornes du condensateur. — I I', bornes d'attache de la différence de potentiel U à étudier.

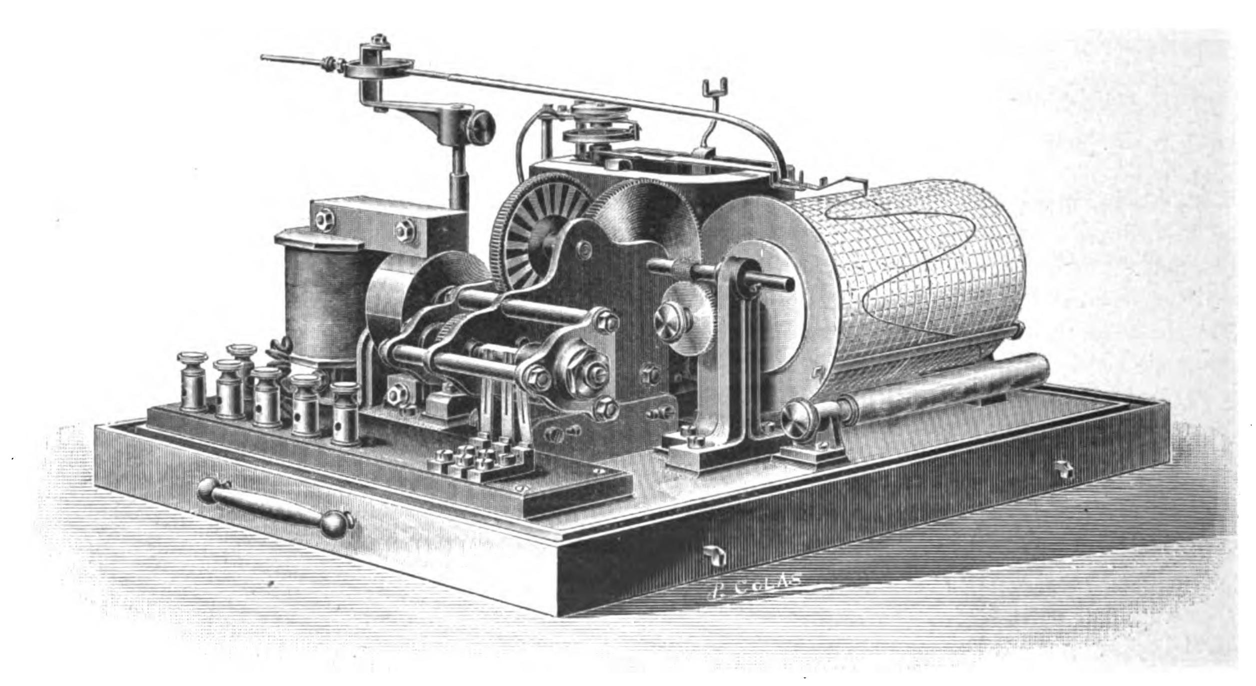


Fig. 2. — Vue d'ensemble de l'ondographe.

plume et plume de rechange. Le moteur synchrone est à quatre pôles, ce qui a permis de réduire de moitié la

vitesse angulaire des organes en mouvement. La longue aiguille a 55 cm de longueur, ce qui fournit des ordonnées sensiblement rectilignes lorsque l'amplitude des courbes ne dépasse pas 3 à 4 cm. L'inscription se fait sur 1000 périodes par 999 impulsions, et le cylindre enregistreur reçoit trois périodes complètes, chaque période ayant une abscisse de 96 mm de longueur. A la fréquence de 40 périodes par seconde, l'inscription d'une courbe se fait en 25 secondes, et le papier défile sous la plume à la vitesse de 4 mm par seconde environ, vitesse

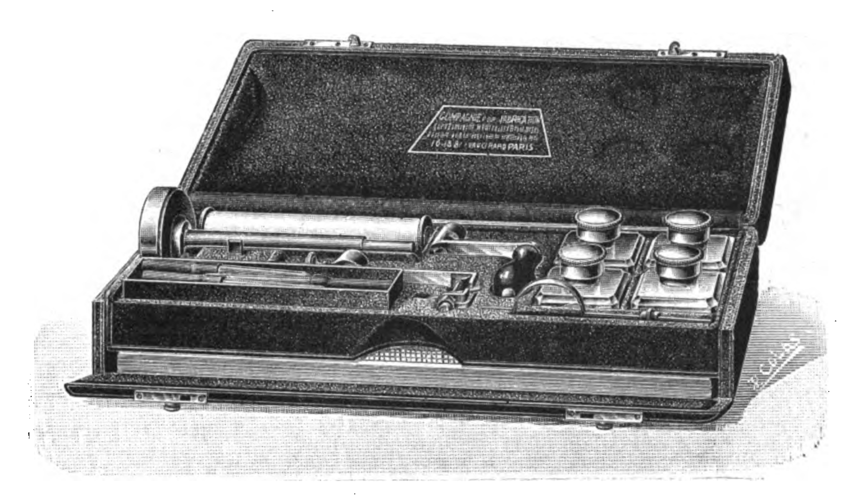


Fig. 3. — Trousse des accessoires. (Échelle : 1/3.)

que l'on peut doubler et même tripler pour des fréquences supérieures, grâce à l'emploi d'un papier spécial et d'une plume parfaitement équilibrée.

Les divers isolements des circuits sont établis pour 200 volts et le moteur étudié pour fonctionner à 110 volts pour des fréquences variant entre 25 et 70 par seconde. Une simple modification du bobinage du moteur permet de fonctionner avec des tensions et des fréquences différentes.

A. Z.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

L'Institution of Electrical Engineers. — Le 27 novembre a été faite la première communication de cette session, et on peut vraiment dire qu'on ne vit jamais réunion plus nombreuse et plus enthousiaste. Le sujet présentait un grand intérêt, car il traitait des « électrons », et le nom du conférencier, sir Oliver Lodge, suffisait pour attirer une grande affluence. Ce n'est pas souvent, en effet, que M. le Dr Lodge vient à Londres de Liverpool, mais lorsqu'il vient, il a toujours quelque chose d'intéressant à lire. En cette occasion il commença par dire qu'il n'avait rien de nouveau à annoncer, et que sa communication consisterait principalement en un résumé des travaux déjà faits là-dessus. Néanmoins, on trouva que si le sujet n'était pas tout à fait nouveau, il prenait une apparence nouvelle en étant expliqué par cet homme remarquable. On n'a jamais entendu une énumération de faits aussi complète et une exposition aussi habile de la théorie entière, aussi attend-on impatiemment de tous côtés l'impression de la thèse. Partant de ce principe qu'un corps possédait toujours une charge électrostatique, l'orateur fit un résumé intéressant de ce qui arrive si ce corps se déplace; il examina comment, en plus d'un champ électrostatique, un champ magnétique se produit, et comment l'accélération positive et négative au départ et à l'arrivée sont contrariées par l'inertie électrique, généralement connue comme auto-induction, tandis que la radiation a lieu aussi. Ainsi partant de ce point, M. Lodge a rappelé successivement nombre d'essais faits par divers savants qui tendent à prouver que le passage d'un courant est dû aux particules électrisées et chargées négativement qui passent à travers la matière. Il décrivit les belles expériences du professeur J.-J. Thompson, de Cambridge, grâce auxquelles on pouvait compter ces particules, au moyen de la théorie du brouillard et avec la formule déjà établie pour calculer les vésicules d'eau contenues dans la brume; il a montré également que l'on sait maintenant que le nombre de ces électrons dans chaque atome est approximativement établi, et qu'il est différent pour chaque corps. La grandeur de ces électrons en comparaison avec l'atome qu'ils constituent est comparable aux planètes et au système solaire.

Ainsi chaque atome étant entouré d'un espace plus ou moins grand, il n'est pas difficile de comprendre comment les électrons qui transmettent un courant peuvent trouver leur chemin à travers la matière.

M. le Dr Lodge a dit qu'il pensait que les électrons ne consistent que dans des particules d'atomes provenant de l'atome principal et portant des charges négatives.

En effet, il pense qu'on prouvera dans l'avenir que toute matière n'est constituée rien que par des électrons, — combinés en divers groupements pour former des atomes — et que cette étude révélera le secret de la gravitation et de la cohésion ainsi que la nature de l'élec-

tricité. Quant à la façon dont les électrons sont composés, il n'a pas voulu le dire lui-même.

On a ensuite fait des expériences diverses avec les tubes de Crookes, et le Dr Lodge attribue à sir William Crookes l'honneur d'avoir ouvert le premier la porte de ce mystère.

La question des téléphones municipaux. — La démarche du Conseil municipal de Tunbridge Wells a occasionné beaucoup de bruit et de récrimination de la part des avocats du parti contraire à la municipalisation. Comme nous l'avons annoncé dans notre dernière correspondance, le Conseil se décida à vendre son affaire à la *National Telephone C°*, après avoir essayé d'obtenir du parlement la permission de faire passer un bill autorisant les municipalités de 50 000 habitants à concourir avec la Société anonyme.

Depuis qu'on a traité en vue de la vente, trois députations de cette localité se sont présentées à M. Austen Chamberlain, le maître général des postes.

Celles-ci comprenaient :

1° Une délégation des contribuables opposés à la vente ;

2° Une députation du Conseil ;

3° Une délégation des contribuables en faveur de la vente.

A tous le *Postmaster General* a fait répondre que, tandis qu'il ne voulait pas se mêler aux affaires locales, la question de cette vente entraînerait d'autres conséquences pour les contribuables de ce pays. Si on permettait à une Société anonyme d'acheter le réseau téléphonique de la ville, ils augmenteraient seulement leur actif pendant la durée de la concession et lorsque cette dernière expirerait, le gouvernement l'accaparerait. Ainsi il faut soigneusement examiner tout cela, et on suppose d'après ces remarques que la décision ne sera pas en faveur de la vente.

La télégraphie sans fil. — Les appareils employés par la *Marconi Cie*, pour la télégraphie transatlantique se sont rapidement perfectionnés, et on annonce déjà qu'en peu de jours les premiers messages seront envoyés du Canada à Cornwall, et de là à Londres, avec des compliments au roi et au *Postmaster General*.

Une thèse intéressante fut récemment lue devant la Société de *King's College*, par M. le professeur Ernest Wilson.

En commençant avec un circuit simple et oscillatoire, le conférencier montra qu'on ne peut employer l'induction électromagnétique qu'à travers de courtes distances, et qu'au delà il faut employer la transmission électrostatique.

On fit des essais pour montrer ces effets oscillatoires entre des circuits parallèles. On vit également une forme de cohéreur magnétique très délicat; il consistait en un noyau de fils de fer très fins, contenus dans une bobine magnétique recevant un courant local reversible, et deux autres bobines, dont l'une fut reliée à un téléphone, et l'autre recevait les ondes de Hertz. L'effet de ces dernières est de changer légèrement le magnétisme du noyau en produisant ainsi un bruit perceptible dans le téléphone, qui est spécialement sensible sur la portion instable de la courbe magnétique. On fit également mention des divers essais pour produire la syntonisation et le secret des communications.

Le conférencier montra qu'à cause de la grande somme d'énergie nécessaire, pour l'exploitation à grande distance, il est dès à présent impossible d'empêcher les ondes d'affecter les stations situées dans le voisinage, et par l'arrangement convenable du récepteur, on pouvait facilement séparer les radiations fortes d'autres de plus petite énergie.

C'est ainsi que M. Nevil Maskelyne a récemment établi une petite station à Cornwall dans le voisinage de la station de M. Marconi, et il publia des fac-similés des rubans sur lesquels il avait reçu les messages de Marconi. Ceci a causé une correspondance très vive entre les partis, dans laquelle on a fait toutes sortes d'insinuations. L'organe fut l'*Electrician*, et comme c'est l'organe des Compagnies des télégraphes sous-marins, on peut voir facilement d'où soufflait le vent.

La ligne électrique du chemin de fer de North Eastern. — Tandis qu'on opère la transformation électrique d'une ligne de cette Compagnie, dont nous avons déjà parlé, on annonce maintenant qu'on propose une expérience intéressante qu'on pourrait tenter sans convertir les lignes pour l'exploitation électrique. On propose d'exploiter les lignes avec la locomotive Heilmann, et d'équiper une voiture d'un moteur et d'une dynamo, qui actionneront les moteurs. Cependant, dans ce cas, la machine ne sera pas actionnée par la vapeur fournie d'une chaudière, mais par un moteur à pétrole à grande vitesse, capable de développer 100 chevaux. Le générateur électrique qu'on couplera à cette machine sera excité séparément, afin qu'au moment de démarrer il puisse fournir aux moteurs du courant à basse tension. Ainsi il y aura une grande économie d'énergie, qui sans cela serait dépensée dans des résistances. On propose de remorquer une voiture légère en arrière de cette voiture à moteur.

Les bills pour les chemins de fer électriques. — Parmi les bills qu'on a présentés pour la session prochaine du parlement, il y en a trois importants : du *Great Eastern*, du *South Eastern and Chatham*, du *London Brighton and South Coast Railways*.

Ces chemins de fer n'ont pas en vue une transformation immédiate de la vapeur à l'électricité, mais ils demandent la permission de convertir leur système entier ou une partie lorsque l'occasion se présentera.

Il y a aussi plusieurs nouveaux chemins de fer électriques à « tube » qui demandent des droits et aussi des extensions de ceux qui existent, mais il est plus que probable qu'une Commission quelconque, telle que celle que la *London County Council* désire nommer, traitera de tous ces projets. Entre autres chemins de fer, la *London Bighton Electric Express Railway C°*, demandera aux autorités d'installer un chemin de fer électrique entre Londres et Brighton.

C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 3 novembre 1902.

Remarque au sujet d'une Note récente de M. Ponsot sur la force électromotrice d'un élément de pile thermo-électrique, par M. H. Pellat. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur la résistance électrique du sulfure de plomb aux très basses températures. — Note de M. Edmond van Aubel, présentée par M. Lippmann. — Les expériences ont été faites sur une tige de sulfure de plomb, obtenue en coulant le produit pur fondu dans une lingotière cylindrique au préalable fortement chauffée. Cette tige était ensuite limée et usée avec précaution, de manière à réaliser un cylindre qui avait 5,9 mm de diamètre. Cette petite baguette de sulfure de plomb était munie à ses deux extrémités de pinces en laiton, qui permettaient de mesurer la résistance électrique de la tige par la méthode de lord Kelvin. Pour assurer un contact plus certain encore on avait entouré, d'une étroite bandelette de feuille d'étain, les deux extrémités de la baguette de sulfure, avant de la fixer dans les pinces.

Les diverses températures ont été réalisées et mesurées, comme il a été indiqué dans ma précédente Note (¹).

Voici les résultats des mesures, dans l'ordre où ils ont été obtenus :

	Températures en degrés C.	Résistances électriques de la tige en microhms.
	+ 23,3	4740
	+ 44,4	5160
	+ 61,55	5510
	+ 81,85	5880
(25 août 1902)	+ 20,2	4610
	— 74,9	2785
	— 62	3010
	— 53,1	3160
	— 44,6	3310
	— 31,8	3540
	— 29,6	3580
(27 août 1902)	+ 20,21	4690
	— 187,2	1075
(28 août 1902)	+ 20,7	4720

La résistivité du sulfure de plomb pur et coulé est donc 289,88 microhms-centimètre à la température de + 20°,7 C. Cette résistivité *diminue toujours* à mesure que la température devient plus basse, en sorte que, dans l'air liquide, la résistance électrique de la tige étudiée est inférieure au $\frac{1}{4}$ de sa valeur à la température de + 20°,7. Le sulfure de plomb coulé se comporte donc, entre les limites de température considérées, comme les métaux purs, et sa résistivité électrique est considérablement plus faible que celle de la pyrite naturelle FeS^2, dont la résistance diminue quand la température s'élève :

	Résistivité électrique.	
Pyrite naturelle	1 513 000	microhms-cm à + 20° C.
Sulfure de plomb . . .	289,88	— + 20°,7 C.

Si l'on trace la courbe qui exprime la variation de la résistance électrique avec la température, on constate qu'elle ne présente pas une forte courbure et que la quantité $\frac{\Delta R}{\Delta \theta}$ est d'autant plus grande que l'on s'écarte davantage du zéro absolu. Enfin, après avoir été refroidi dans l'air liquide, le sulfure de plomb a repris sensiblement sa résistance électrique à + 20°,7.

J. Guinchant (¹) a étudié le sulfure de plomb pur et coulé entre — 25° et + 920°. D'après lui la résistivité peut être représentée de — 25° à + 100° par la relation

$$\rho_\theta = 0{,}000\,298\,(1 + 0{,}00501\,\theta).$$

D'après mes expériences, la constante physique que nous étudions varie à peu près proportionnellement à la température, entre — 29°,6 et + 81°,85. Toutefois, suivant J. Guinchant :

L'allure de la courbe entre + 900° et — 25° fait prévoir une tangente horizontale, et, par conséquent, un minimum de résistivité, mais à une température très basse, probablement inférieure à — 100°.

Mes mesures n'ont pas indiqué l'existence d'un tel minimum.

D'autre part, F. Streintz (²) a réalisé une tige, par compression de la poudre de galène (Pb S). Entre + 30° et + 200°, la conductibilité pouvait être obtenue par la formule

$$G = a \times \Theta^\alpha,$$

dans laquelle Θ est la température absolue, a et α deux constantes. La résistivité diminuerait donc quand la température s'élève, contrairement aux mesures faites par J. Guinchant et aux nôtres. En outre, la galène ayant été placée par F. Streintz dans l'air liquide, la résistance électrique est devenue considérable. Ainsi une tige *vieillie* de galène ayant 2 cm de longueur et 0,5 cm² de section avait 28 ohms de résistance à + 22° et 67 000 ohms environ dans l'air liquide.

J'ajouterai que la tige de sulfure de plomb coulé, utilisée pour mes mesures, était absolument massive et ne présentait aucune soufflure.

Séance du 10 novembre 1902.

Observations et expériences complémentaires relatives à la détermination de la vitesse des rayons X. Sur la nature de ces rayons. — Note de M. R. Blondlot. — I. Dans les expériences que j'ai décrites récemment (³), il faut, pour que l'éclat de l'étincelle soit

(¹) *Comptes rendus*, 15 septembre 1902, p. 456.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 26 mai 1902, p. 1224.

(²) *Sitzungsber. der Akad. der Wissensch.* Vienne, séance du 6 mars 1902, p. 361.

(³) R. Blondlot, *Comptes rendus*, 1902, t. CXXXV, p. 666 et 721.

maximum, qu'il s'écoule entre le début de la charge de l'excitateur et l'extinction du tube focus un temps égal à $\frac{133}{V}$ sec. Comme la longueur d'onde de l'excitateur est égale à 114 cm, cet intervalle de temps correspond à un peu plus de 3 élongations de l'excitateur. D'après la théorie que j'ai développée dans une Note antérieure, cela conduit à admettre que les trois premières élongations ont seules une amplitude notable. Il est intéressant de constater que cette conséquence est bien d'accord avec ce que l'on sait de l'amortissement dans les excitateurs.

II. Lorsque l'on rapproche progressivement le tube focus de la coupure, à partir de la position qui donne le maximum d'étincelle jusqu'au tube lui-même, on voit l'éclat de l'étincelle diminuer, passer par un minimum, puis augmenter. L'explication paraît être la suivante : quand le tube est très voisin de la coupure, celle-ci reçoit des rayons X extrêmement intenses, et alors la diminution de concordance dans le temps est compensée et au delà par l'intensité des radiations; de là une recrudescence d'action quand le tube est tout près et la production d'un minimum pour une distance un peu plus grande. Je me suis assuré que cette explication est mathématiquement possible; cet examen se fait aisément en portant en ordonnées les logarithmes des fonctions à étudier.

III. Afin d'éviter les aigrettes, les fils de transmission étaient recouverts de gutta-percha et engainés dans des tubes de caoutchouc. Pour reconnaître si ce revêtement ne diminuait pas notablement la vitesse de propagation des ondes le long des fils électriques, j'ai comparé par une méthode d'interférence la vitesse de propagation de ces ondes le long de fils ainsi revêtus et le long de fils nus. La différence de ces vitesses s'est trouvée presque inappréciable, et, en tout cas, la perturbation qui en résulte ne peut causer une erreur relative de $\frac{1,5}{100}$ sur les résultats définitifs.

Je vais encore décrire quelques expériences qui, tout en étant seulement qualitatives, ont cependant un certain intérêt comme variantes, et dont les résultats, prévus grâce à la théorie que j'ai exposée précédemment, en apportent une nouvelle confirmation.

1° Les fils de transmission étant engainés dans des tubes de caoutchouc à vide pour rendre leur isolement presque parfait, on les a rapprochés et liés ensemble sur une longueur de 40 cm; la vitesse de la propagation des ondes devait être diminuée, puisqu'elle avait lieu principalement dans le caoutchouc : la position du tube donnant le maximum s'est, en effet, rapprochée de 11 cm ou 12 cm.

2° Un condensateur formé de deux plaques de clinquant d'environ 100 cm² de surface, séparées par une lame d'ébonite de 0,8 cm d'épaisseur, fut placé en dérivation sur la ligne de transmission; cette fois, le retard devait être encore plus grand, et, en effet, on constata que le maximum avait disparu et que l'étincelle diminuait constamment d'éclat à mesure que l'on éloignait le tube.

3° Les fils de transmission, longs primitivement de 80 cm, ayant été allongés de 57 cm, longueur supérieure de 4 cm à la distance de la coupure à la position du tube qui donne le maximum dans le cas de fils de 80 cm, on constata que l'étincelle diminuait constamment lorsqu'on éloignait le tube.

4° La longueur totale des fils étant réduite à 64 cm, l'étincelle augmentait au contraire au fur et à mesure que l'on éloignait le tube, à partir de la position donnant le minimum, jusqu'à ce que les fils fussent tendus. Même résultat avec des fils plus courts.

Toutes ces observations sont bien conformes aux prévisions.

En terminant l'exposé de ces recherches sur la vitesse de propagation des rayons X, j'adresse mes remerciements à M. Virtz, mécanicien à la Faculté des sciences de Nancy, qui a répété avec le plus grand soin toutes les expériences, et, en particulier, les déterminations si délicates des distances du tube qui donnent à l'étincelle le maximum d'éclat (1).

Il résulte immédiatement de l'égalité des vitesses de propagation des rayons X et de la lumière dans l'air que les rayons X doivent être rapprochés des radiations spectrales. Des hypothèses qui ont été émises relativement à leur nature, deux seulement peuvent subsister : 1° celle qui les considère comme des radiations de très petites longueurs d'onde; 2° la théorie proposée par E. Wiechert (2) et par Sir George Stokes (3) et dont voici le principe : les rayons Röntgen consistent en une succession de pulsations indépendantes partant des points où les molécules projetées de la cathode rencontrent l'anticathode, et commencent à l'instant même de cette rencontre; ces pulsations sont transversales et se propagent dans l'éther comme les vibrations de la lumière et avec la même vitesse. Ce qui distingue les rayons Röntgen des radiations spectrales, c'est qu'ils consistent, non en vibrations continues de l'éther, mais en pulsations isolées extrêmement brèves. Sir George Stokes a développé cette théorie dans une conférence à la *Manchester litterary and philosophical Society* (4). De cette conférence j'extrais le passage suivant : « Supposons qu'une pluie de molécules « tombe sur l'anticathode et que, après avoir duré « quelque temps, elle cesse brusquement. Suivant les « vues que je viens d'exposer sur la nature des rayons « Röntgen, ces rayons commencent à prendre naissance « en même temps que la pluie de molécules, continuent « à se produire tant que celle-ci dure et cessent en même

(1) Je publierai ailleurs une série d'indications relatives à l'exécution de ces expériences, afin d'épargner aux personnes désireuses de les répéter les longs tâtonnements après lesquels seulement j'ai pu obtenir des résultats bien visibles et certains.

(2) *Abh. der phys.-œkon. Gesellschaft zu Königsberg* et *Wied. Ann.*, 1896, Bd. 59.

(3) *Proceedings of the Cambridge phil. Soc.*, 1896, t. IX, p. 215.

(4) *Memoirs and Proceedings of the Manchester lit. and philosophical Society*, 1897, t. XLI.

« temps qu'elle ». Comme, d'autre part, les rayons cathodiques ont la même durée que le courant qui traverse le tube de Crookes, puisqu'ils forment eux-mêmes un segment de ce courant, il s'ensuit que les rayons X doivent s'éteindre dès que la décharge a cessé dans le tube. Or, c'est précisément ce que j'ai constaté (1).

Dans la même conférence, Sir George Stokes montre que son hypothèse fournit l'explication des propriétés caractéristiques des rayons X : absence de réflexion et de réfraction, etc.

M. A. Sommerfeld a fondé sur cette hypothèse une théorie de la diffraction des rayons X qui rend compte des curieuses expériences de MM. Haga et Wind relatives à cette diffraction (2).

Enfin, en partant des mêmes idées, le professeur J.-J. Thomson a relié théoriquement les rayons cathodiques et les rayons Röntgen (3).

En résumé, l'hypothèse de E. Wiechert et Sir George Stokes rend compte de tous les faits connus jusqu'à présent.

Sur le phénomène de Hall et le pouvoir thermo-électrique. — Note de M. Edmond van Aubel, présentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — Suivant A. von Ettingshausen et W. Nernst (4), le phénomène de Hall serait lié au pouvoir thermo-électrique des métaux. D'autre part, Edmond Becquerel (5) a constaté que l'alliage renfermant 10 parties de bismuth pour 1 partie d'antimoine et le mélange de bismuth et sulfure de bismuth, fondus ensemble à poids égaux, ont un pouvoir thermo-électrique bien supérieur à celui du bismuth pur.

Je me suis proposé de vérifier la conclusion de A. von Ettingshausen et W. Nernst en étudiant l'effet Hall successivement dans le bismuth pur, un alliage de 8,35 g d'antimoine pour 91,65 g de bismuth et un mélange de bismuth et sulfure de bismuth contenant 4,36 parties en poids de soufre pour 95,64 de bismuth (6). (Suit le détail des expériences.)

Les résultats de ces expériences montrent que l'effet Hall est le plus intense dans le mélange de bismuth et de sulfure de bismuth. Dans cette plaque, le phénomène a une intensité triple de celle que donne la lame de bismusth pur, bien que l'épaisseur soit notablement plus forte. L'alliage de bismuth et d'antimoine considéré donne également lieu à un effet Hall très intense, plus que double de celui observé avec le bismuth pur, qui est, de tous les corps étudiés jusqu'ici, celui dont le coefficient rotatoire de Hall est négatif et de beaucoup le plus élevé. D'ailleurs ce pouvoir rotatoire a le même signe dans les trois expériences.

(1) Voy. *Comptes rendus*, 1902, t. CXXXV, p. 669.
(2) *Zeitschrift für Math. u. Physik*, 1901, Bd. 46, p. 11.
(3) *Phil. Mag.*, 1898, 5e série, t. XLV, p. 172.
(4) *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften*. Vienne, 1886, vol. XCIV, p. 560.
(5) *Annales de chimie et de phys.*, 1866, 4e série, t. VIII, p. 413.
(6) Ces compositions ont été déterminées, sur l'alliage et le mélange, par des analyses pour lesquelles je tiens à exprimer ici mes remerciements à M. Maurice Duysk.

Ces mesures confirment la conclusion de A. von Ettingshausen et W. Nernst; elles m'engagent à étudier un mélange de bismuth et sulfure de bismuth contenant une plus grande quantité de ce dernier, et des sulfures dont le pouvoir thermo-électrique est très élevé.

Les expériences dont il a été question jusqu'ici ont été faites en plaçant les lames dans l'air, à la température du laboratoire. Je me suis proposé ensuite de comparer les intensités de l'effet Hall, à la température du laboratoire, et dans l'air liquide, pour la plaque formée par le mélange bismuth et sulfure de bismuth.

Les pôles de l'électro-aimant ont donc été écartés jusqu'à être distants de 55 mm, afin qu'il fût possible de placer entre eux une éprouvette en verre à doubles parois de Dewar, contenant l'air liquide. En opérant comme précédemment, j'ai trouvé que, si l'on mesurait l'effet Hall par la déviation double observée au galvanomètre, on obtenait 2,35 à la température du laboratoire et 8,76 lorsque la plaque était placée dans l'air liquide. L'intensité du phénomène de Hall devenait donc, pour le mélange considéré, plus de trois fois plus grande dans l'air liquide.

J'ai l'intention de continuer les recherches dont je viens d'indiquer les premiers résultats, pour prendre date. Des expériences sur la résistance électrique dans le champ magnétique et sur les phénomènes thermo- et galvano-magnétiques, pour ces alliage et mélange, sont actuellement en cours d'exécution.

Sur la conductibilité des dissolutions aux basses températures. — Note de M. J. Kunz, présentée par M. J. Violle. (*Extrait.*) — L'affaiblissement considérable de la conductibilité électrolytique aux basses températures peut provenir de deux causes. Elle peut être attribuée soit à l'abaissement du degré de dissociation, soit à la viscosité croissante que le milieu oppose aux ions.

Kohlrausch (1) a reconnu que les formules empiriques qui représentent bien les observations de Desguine (2), faites au-dessus de zéro, indiqueraient, si l'extrapolation était permise, une conductibilité tombant à zéro, pour tous les électrolytes indistinctement, à la température de — 39°. S'il en était réellement ainsi, il est clair que la cause devrait en être cherchée dans l'état de dissolvant commun à tous les électrolytes. On peut encore trouver un argument à l'appui de cette manière de voir dans les valeurs numériques assez voisines du coefficient de variation thermique de la conductibilité des dissolutions et de celui de la viscosité de l'eau, mesuré directement.

Je me suis proposé de soumettre ces vues de Kohlrausch au contrôle de l'expérience, par des mesures de conductibilités électrolytiques à des températures aussi basses que possible. Après bien des essais infructueux sur les électrolytes surfondus, j'ai dû restreindre mes recherches aux dissolutions concentrées, à point de

(1) Kohlrausch, *Sitzungsberichte der Akad. d. Wissensch.* Berlin, 1901, t. XLII.
(2) Desguine, *Thèse*, Strasbourg, 1895.

congélation très bas, d'acide sulfurique, de soude caustique et de chlorure de calcium. J'ai pu atteindre, avec les solutions d'acide sulfurique de 45 à 70 pour 100, des températures inférieures à — 70°. (Suit le détail des expériences.)

La conductibilité tracée pour les diverses solutions d'acide sulfurique à la température de 0° concorde bien avec les observations antérieures de M. Bouty.

Les courbes représentant la conductibilité en fonction de la température ne rencontrent pas l'axe des abscisses à — 39°, comme l'avait supposé Kohlrausch, en extrapolant. Elles semblent, au contraire, ne devoir l'atteindre qu'au zéro absolu. Mais la similitude d'allure de ces courbes vient corroborer l'idée qui est à la base de cette hypothèse, à savoir que *la cause principale de la radiation thermique réside dans la viscosité du milieu pour les ions.*

Ces expériences montrent aussi bien clairement le contraste des propriétés des électrolytes et des métaux. Tandis que la *résistance* de ceux-ci s'annule au zéro absolu, c'est la *conductibilité* des électrolytes qui semble y tendre vers une valeur nulle.

Nouvelles expériences sur la résistance électrique du sélénium et ses applications à la transmission des images et des impressions lumineuses. — Note de M. Dussaud, présentée par M. L. Cailletet. — Dans sa séance du 27 octobre dernier, M. Coblyn a présenté à l'Académie une Note *Sur la vision à distance par l'électricité*. Depuis longtemps je m'occupe des mêmes expériences et, pour les réaliser, je me sers de deux postes reliés par un courant électrique.

Le poste transmetteur se compose d'une surface plane, non conductrice, divisée par de légères cloisons en carrés égaux d'environ 5 cm de côté, dans chacun d'eux est disposée une bobine, formée d'une lame en matière isolante, sur laquelle sont enroulés deux fils de cuivre de petit diamètre, noyés dans une couche de sélénium préparée de manière à lui assurer le maximum de sensibilité, en me basant sur mes expériences antérieures. Un de ces fils est parcouru par un faible courant électrique d'ordre téléphonique.

Lorsqu'on éclaire la couche de sélénium, celle-ci acquiert une conductibilité d'autant plus grande que l'éclairage est plus intense et laisse passer une partie du courant dans le second fil.

Ce dernier est relié à une bobine munie d'un contact, faisant l'office d'un servo-moteur, destiné à agir sur un courant local d'une énergie suffisante pour allumer des lampes à incandescence au poste récepteur, qui se compose, ainsi que le poste transmetteur, d'une surface plane divisée aussi par des cloisons en un même nombre de cellules carrées contenant chacune une lampe à incandescence.

Lorsqu'au poste transmetteur on éclaire une ou plusieurs bobines recouvertes de sélénium, la conductibilité qui se développe permet à un faible courant de traverser le second fil relié au servo-moteur ; on voit alors s'éclairer, au poste d'arrivée, les lampes correspondantes à celles frappées par la lumière au poste de départ.

Je dois conclure, en terminant, que, d'après mes expériences, il sera possible de transmettre des impressions lumineuses et des images à de grandes distances.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 3 décembre 1902.

La séance est ouverte à 8h 40m sous la présidence de M. Harlé.

Après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Riccardo Arnò sur un **Compteur pour la mesure exacte de l'énergie dans les installations triphasées asymétriquement chargées.** A l'aide de schémas très clairs, M. Arnò montre à la Société comment il est arrivé à réaliser un compteur convenable pour les distributions par courants triphasés fonctionnant bien même avec de très forts déphasages. Il fait observer que sur une installation de moteurs particulièrement chargée, l'erreur n'a jamais dépassé plus de 1 pour 100. Cette communication, dont M. Arnò avait bien voulu offrir la primeur à la Société, a été écoutée avec une grande attention; de nombreux applaudissements ont montré au conférencier l'intérêt avec lequel on avait suivi ses explications.

Succédant à M. Arnò, M. Picou, en un court et agréable intermède, expose le principe de son **Perméamètre.** M. Picou rappelle combien est importante la connaissance des qualités magnétiques du fer employé dans les machines. Les perméamètres connus jusqu'à présent introduisent dans les chiffres qu'ils donnent des erreurs assez grandes résultant des joints dont on n'a pu s'affranchir. M. Picou a imaginé un appareil qui vient très à propos compléter et rendre vraiment pratique son ingénieuse méthode pour la prédétermination de la chute de tension dans les machines dynamo-électriques (1).

L'appareil se compose d'une culasse en fer doux analogue comme forme à celle du perméamètre classique d'Hopkinson. Cette culasse est ouverte pour laisser passer l'échantillon (tôles découpées, fils de fer, etc.).

On place sur l'appareil trois bobines magnétisantes, une sur chacun des longs montants de la culasse et la troisième entoure l'échantillon :

1° On envoie un courant dans les bobinages de la culasse, de sens tel que le flux circule comme dans le cas d'un électro-aimant. Ce flux aura à vaincre la résistance magnétique du fer et des entrefers, on en repère la valeur à l'aide d'une aiguille ou d'une façon quelconque;

2° On renverse le sens du courant dans une des bobines des culasses, le flux ne tournera plus, il se fermera par

(1) *Société des électriciens*, séance du 4 juin 1902.

la barette centrale. A ce moment, on constate qu'il se trouve affaibli, on le ramène à sa valeur en envoyant un courant auxiliaire dans la bobine entourant l'échantillon. Il est évident que la force magnétomotrice que l'on fait naître ainsi correspond à la résistance magnétique de la barette.

Toutes les mesures se font à l'aide d'un galvanomètre balistique portatif très simple, réalisé avec la collaboration de M. Armagnat; un petit commutateur tournant supprime les clefs et rend les manœuvres de galvanomètre très pratiques.

Cet appareil, destiné à rendre de grands services et à combler une lacune, a été vivement apprécié par la Société, témoin les chaleureux applaudissements qu'il a valus à son inventeur.

M. Charpy entretient ensuite la Société sur **Les aciers doux employés dans la construction des machines électriques**. Les métaux industriels ne sont jamais complètement purs; leur état se définit non seulement par leur composition chimique, mais par la façon dont se répartissent les éléments qui les constituent.

En examinant au microscope des métaux convenablement préparés, on voit très facilement dans deux métaux identiques au point de vue chimique des aspects souvent très différents. L'acier dur recuit à 900° ou 1000° est formé par des grains de fer enveloppés d'une substance contenant tout le carbone à l'état de cémentite.

L'acier doux, dont la différence au point de vue chimique est peu de chose, présente surtout des modifications de grosseur du grain.

La conductibilité électrique est une propriété additive, chaque constituant intervenant pour sa part : dans les aciers soit au silicium soit à l'aluminium, on trouve que la résistivité varie proportionnellement à la teneur; les résultats ont été du reste complètement vérifiés par M. Le Chatelier.

Au point de vue magnétique, la question est assez complexe; la perméabilité des aciers doux est plus grande que celle des fontes à cause des entrefers dus à la présence de carbone autour des grains. De même le nickel, le manganèse diminuent la perméabilité.

En ce qui concerne l'hystérésis, on se trouve ramené à l'hypothèse d'Ewing : chaque grain de fer peut être assimilé à un aimant; cette conception qui n'a peut-être aucune réalité peut cependant expliquer les phénomènes.

Plus il y a d'aimants, plus la perte sera grande; c'est ainsi que les aciers à grain fin donnent une plus grande perte; c'est ce que la réalité vérifie encore, puisque par le recuit, qui donne de plus gros grains, on a moins de pertes. De même l'introduction dans l'acier de silicium ou d'aluminium qui augmentent le grain donne lieu à des pertes moindres.

M. Charpy termine en parlant du vieillissement des tôles, il montre quels avantages on peut retirer de l'analyse micrographique au point de vue de l'emploi des aciers doux.

M. le Président remercie M. Charpy de sa très intéressante communication et lève la séance à 10h 25m.

A. S.

BIBLIOGRAPHIE

Cours d'électricité théorique et pratique, par Sarazin, 2e édition, revue et augmentée. — *E. Bernard et Cie*, éditeurs. Paris, 1903 (par anticipation). — Format 28 × 19 cm. — Prix, 20 francs.

> Ses pareils à deux fois ne se font pas connaître
> Et pour leurs coups d'essai veulent des coups de *mètre*.

Conformément à l'avis donné par notre rédacteur en chef dans ce Journal, numéro du 10 novembre dernier, page 484, j'ai donc pris le mien (mon mètre) pour indiquer exactement le format de cet ouvrage. N'ayant sous la main d'autre balance que mon pèse-lettres, je n'ai pu, suivant la demande de l'Association des libraires espagnols, en prendre le poids; mais, à ce défaut, l'épaisseur n'eût peut-être pas été de luxe, d'autant plus qu'il s'agit de *volumes* et qu'en l'espèce le purisme de M. Hospitalier exige l'indication des trois dimensions. C'est d'ailleurs de mise ici, car le livre est gros : il a au dos, broché, 55 mm d'épaisseur. Nous dirons donc, pour être complet et nouveau style, que c'est un volume de 28 × 19 × 5,5 cm broché. C'est bien un peu long, mais c'est complet et ne prête pas à confusion : on ne risque pas, en demandant de quel *auteur* est l'ouvrage, de s'entendre répondre simplement « de 28 cm ». Pour ce qui est de maintenir, comme le prétend la note précitée, la préposition latine *in* devant les nouvelles désignations proposées, je ne saurais en approuver la pensée pour deux raisons : d'abord parce que, avant que l'Angleterre ait délibérément accepté le système métrique, les expressions in 6, in 7, in 8 représenteront pour elle des pouces, *inches*, dont l'abréviation est *in*; en second lieu parce que la vieille désignation in-4°, in-8°, etc., voulait dire et disait bien « feuille pliée en quart, en huitième, etc. », et que cette forme latine n'est plus justifiée par la nouvelle appellation indicatrice de format.

Quant au livre dont il s'agit ici, nous avons déjà dit antérieurement [1] ce que nous en pensons; et, comme cette seconde édition est simplement revue et augmentée, mais non corrigée, nous ne parlerons que de sa nouvelle apparence extérieure qui en fait un fort et beau volume de 750 pages résumant en quinze parties subdivisées elles-mêmes en 96 chapitres toute la science électrique et ses applications. L'étude des courants alternatifs, de l'électrothermie et des mesures électriques sont les principaux objets des développements actuels, sous l'empire

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, 1898, t. VII, p. 216.

de cette constante préoccupation : fournir au lecteur des données générales solides sur les genres d'appareils qu'il peut être appelé à employer, de telle sorte que, devant un type particulier dans la pratique, il lui suffise de la lecture d'une notice spéciale ou d'un rapide examen personnel pour compléter ses connaissances.

Puisse-t-il en être ainsi de ce Cours professé par l'auteur à l'École nationale d'Arts et Métiers d'Angers!

E. B.

L'électricité et ses applications, par Reboud. — *Ch. Béranger*, éditeur. Paris, 1903 (anticipé). — Format 22 × 13,5 cm. — (Prix ?, bon marché).

A côté de ses livres de scientifique application, la librairie Béranger avait jusqu'ici publié en électricité un certain nombre d'ouvrages de prétendue pratique et de vulgarisation dans lesquels on pouvait voir l'idée d'un utile complément des premiers, comme étant d'un accès plus facile, pécuniairement et intellectuellement parlant. Elle cherche aujourd'hui à atteindre par cette nouvelle publication encore une autre catégorie de lecteurs à laquelle suffit le bon marché; elle en a le droit.

Ce livre qui, extérieurement, a l'air d'un tout n'est cependant, comme le dit son titre intérieur, que la première partie d'un ensemble (tome premier probablement d'une publication en deux volumes) intitulée « *Les Piles électriques* », alors que « *Les Machines électriques* » feront l'objet de la seconde partie en préparation. Singulière division *à priori*, mais qui paraîtra plus singulière encore quand, en feuilletant le livre, on verra que, sous cette fallacieuse appellation, l'auteur y traite de toutes les applications qui peuvent comporter l'emploi de la Pile (celle-ci n'occupant en réalité qu'un douzième à peine du volume), et même de l'électricité statique, de l'influence, de la condensation, des machines électrostatiques et de leur emploi, qui n'ont cependant rien à faire avec les piles.

Indépendamment de tout ce qui précède et de notions sommaires de mécanique usuelle et de physique générale, que le lecteur s'attende donc à trouver dans les 300 pages de cette première partie : le Magnétisme, l'Électromagnétisme, la Télégraphie électrique, les Courants d'induction, la Bobine de Ruhmkorff, les Rayons X, la Téléphonie, les Courants de haute fréquence et la Télégraphie sans fil. Il ne se plaindra pas de ne pas en avoir pour son argent.

Tout est, dans ce monde, affaire de compensations, et, si certain ouvrage traitant uniquement des Machines dynamo-électriques a pris, on n'a jamais su pourquoi, le vaste titre de *Leçons d'Electrotechnique générale*, il en est d'autres dont le modeste titre dissimule tout ce qu'ils renferment. Il est vrai que le premier est une œuvre éminente, tandis que les autres.... E. B.

Construction du canal de Jonage, publication de la *Société Lyonnaise des Forces Motrices du Rhône*. Monographie par R. Chauvin, chez *Ch. Béranger*, éditeur. Paris, 1902. — Format 32 × 24 cm. — (Prix, texte et atlas cartonné, 40 francs).

Si les belles publications suisses ou autres relatives aux grandes installations hydraulico-électriques [1] empêchaient nos éditeurs de dormir, ils peuvent aujourd'hui se reposer en paix : la superbe monographie que nous annonçons ici nous met de pair avec qui que ce soit au point de vue typographique, en même temps qu'elle fait honneur à notre génie civil en montrant pour une fois (savez-vous?) que nous pouvons aussi faire grand et beau par notre initiative privée, sans le secours de l'État ou d'une Municipalité, sans monopole, sans privilège et sans léser aucun intérêt particulier.

Cette belle publication comprend deux volumes complémentaires l'un de l'autre, le texte et l'atlas de même format, contenant : l'un, indépendamment de figures schématiques, 7 photogravures donnant le côté pittoresque de l'installation; l'autre, 55 planches doubles présentant tous les détails et éléments techniques des travaux de tous genres, de la construction et de l'établissement des machines.

Malgré la destination finale de cette œuvre qui est le transport, la transmission et la distribution électriques de l'énergie, l'ensemble des travaux décrits dans cet ouvrage ressortit beaucoup plus à l'ingénieur des constructions industrielles proprement dites qu'à l'électricien, le résumé des installations électriques ne comprenant qu'une douzaine de pages sur les 175 que comporte le texte. Aussi nous y arrêterons-nous peu, ne trouvant même pas dans ce chapitre III le nom du constructeur des alternateurs triphasés fournissant le courant.

Cette publication vient d'ailleurs bien à propos, au moment où le Congrès de la Houille blanche fournit aux journaux techniques la matière à de nombreuses monographies dont se trouve exclue par sa situation l'installation de Jonage. E. B.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 11 novembre 1902.

Présents : MM. *Bardon, Bénard, Berne, Boistel, De Loménie, Cance, Clémançon, Chaussenot, Ducretet, Eschwege, Geoffroy, Javaux, Laffargue, Meyer-May, Radiguet, E. Sartiaux, de Tavernier et Zetter.*

[1] Et non hydro-électriques, le préfixe *hydro* s'appliquant au rôle chimique de l'eau et celui d'*hydraulico* à son rôle mécanique.

Excusés : MM. *Arnoux, Portevin et Ribourt.*

Admission. — M. *Delaporte* (*Paul-Émile*), administrateur délégué du Comptoir général d'électricité et d'applications industrielles, 56, rue de la Victoire, à Paris (IXe).

Série de prix de la Société centrale des architectes. — M. le Président expose que la Commission de la série de prix s'est réunie depuis le 10 janvier dernier un grand nombre de fois; elle s'est adjoint deux délégués des Chambres syndicales des entrepreneurs électriciens et de l'éclairage par le gaz et l'électricité, MM. Guinier et Vitrac, qui, avec le concours très actif des chefs métreurs de la maison Ch. Mildé et Cie et de la Compagnie générale des travaux d'éclairage et de force, ont préparé des documents très complets et très étudiés.

Ces documents ont été examinés longuement de concert avec la Commission nommée par la Société centrale des Architectes pour la révision des prix de l'industrie électrique du bâtiment. Il y a lieu d'espérer qu'elle tiendra compte des observations multiples qui lui ont été présentées par vos délégués. Nous espérons notamment que la proportion des frais généraux, qui ne correspond plus à notre époque aux déboursés réels des entrepreneurs électriciens, sera relevée; les bonnes dispositions des membres architectes de la Commission nous font espérer que ce point capital, qui « ipso facto » motiverait le relèvement de tous les prix de la série, sera admis par la Société centrale pour la série des prix de l'année 1905. Ce serait un résultat considérable obtenu grâce aux efforts de votre Commission qui a fait également de fréquentes démarches près du Président de la Société centrale et des Architectes réviseurs.

La Chambre vote ensuite une gratification de 150 fr aux métreurs qui ont collaboré à la préparation des documents considérables remis à MM. les Architectes de la Société centrale.

A cette occasion, M. Eschwege fait remarquer que, dans sa séance du 10 novembre, le Conseil municipal de Paris s'est occupé de la création d'une Commission pour l'étude de la révision des prix de la série de la ville de Paris. Il se demande s'il n'y aurait pas intérêt à ce que le Syndicat professionnel des industries électriques soit representé dans cette Commission.

La Chambre décide d'adresser à M. le Préfet de la Seine une demande dans ce sens.

École pratique d'ouvriers électriciens. — Sur la demande de M. le Président, M. E. Sartiaux rend compte des travaux de la Commission chargée d'étudier le projet de création et d'orgasation d'une École pratique d'ouvriers électriciens. Il expose le résultat des démarches faites, jusqu'à ce jour, auprès du Syndicat des usines d'électricité, du Syndicat des mécaciens, chaudronniers et fondeurs et du Syndicat des entrepreneurs électriciens.

Suivant le désir de la Commission, d'autres démarches seront faites auprès de l'Union des tramways de France, du Syndicat des fabricants de robinetterie et tourneurs en cuivre et du Syndicat des entrepreneurs de menuiserie de la Ville de Paris.

La Commission a pensé qu'il y aurait intérêt à demander à chacun de ces Syndicats de déléguer auprès d'elle deux de leurs membres, de manière à constituer une Commission mixte.

Enfin, M. Briat, membre du Conseil supérieur du travail et rapporteur de la Commission permanente qui étudie en ce moment la question d'apprentissage, a été sollicité de faire partie de notre Commission et a accepté en principe.

Exposition de Saint-Louis (États-Unis). — M. le Président donne communication d'une intéressante conférence faite à la Chambre de commerce de Paris par M. Michel Lagrave, délégué dans les fonctions de Commissaire général du gouvernement français aux États-Unis, à l'occasion de l'Exposition de Saint-Louis,

La Chambre décide de publier, dans le Bulletin, le texte intégral de cette conférence de manière à engager le plus grand nombre des membres adhérents du Syndicat à participer à cette Exposition.

Première commission permanente. — Constructions. — *Procès-verbal de la séance du* 4 *novembre* 1902. — Conformément à l'ordre du jour il est procédé immédiatement à l'examen d'un questionnaire consultatif déterminant les *Conditions de réception des machines et transformateurs électriques.*

M. le Président expose qu'il a préparé ledit questionnaire avec la pensée de le faire aussi simple que possible, tout en précisant nettement les points importants, en vue d'arriver à un accord, entre constructeurs français, sur les définitions exactes des conditions normales de fonctionnement des machines et transformateurs, et sur les méthodes de réception qu'il convient d'adopter. M. le Président fait remarquer l'importance de ces questions et l'intérêt qu'ont les constructeurs de les résoudre par un accord général.

Chaque article dudit questionnaire est ensuite examiné et discuté par les membres présents de la première Commission, et il est décidé que le texte sera envoyé, non seulement aux constructeurs faisant partie de la Chambre ou y adhérant, mais encore aux autres, en appelant l'attention de ceux-ci sur les avantages qui résulteraient de leur adhésion à la Chambre et de leur présence aux séances de la première Commission.

M. le Président fait en effet ressortir que l'action syndicale est conforme aux intérêts de chacun, qu'elle seule permet l'étude en commun de toutes les questions techniques ou commerciales, et qu'il conviendrait, pour faire œuvre utile, que tous les constructeurs français adhèrent à notre Chambre syndicale et que tous suivent les travaux de la première Commission.

Chaque constructeur recevra le questionnaire suivant :

Questionnaire. — *Échauffement.* — Quel échauffement proposez-vous : 1° Pour les bobinages des machines dynamos? — 2° Pour les bobinages des transformateurs? — 3° Pour les parties métalliques? — 4° Après combien d'heures de marche normale?

Vérification des isolements. — 1° Par courants alternatifs quel rapport proposez-vous : entre la tension d'épreuves et la tension de marche, entre le bobinage et la masse? — 2° Quelle durée de l'épreuve proposez-vous? — 3° La mise sous tension doit-elle être brusque ou progressive? — 4° Par résistance minima au pont, quelle résistance minima proposez-vous à chaud, à la température définie ci-dessus?

Rendement. — Quelle méthode proposez-vous : 1° Pour les machines à courant continu? — 2° Pour les machines à courants alternatifs? — 3° Pour les transformateurs?

Surcharge. — Quelle surcharge proposez-vous : 1° Pour un à-coup instantané? — 2° Pour une demi-heure? — 3° Pour une heure?

Facteurs de puissance. — 1° Faut-il définir les facteurs de puissance minima pour les moteurs à courants alternatifs? — 2° Dans l'affirmative quels sont ceux que vous proposez?

Limite de chute de tension. — Faut-il indiquer une limite maxima de la chute de tension : 1° Sur circuit non inductif? — 2° Sur circuit inductif? — Dans l'affirmative quelle limite proposez-vous?

Dessins à remettre. — Faut-il dans les soumissions, lorsqu'ils sont demandés, remettre des dessins qui pourraient permettre l'exécution, ou simplement des dessins d'ensemble permettant le montage.

Dès que les réponses seront parvenues à la première Commission, M. le Président convoquera les constructeurs pour l'examen des dites réponses et la discussion d'un texte définitif.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

---

320 504. — **Perrin.** — *Nouveau dispositif pour l'éclairage électrique à intensité constante, des wagons et véhicules quelconques* (19 avril 1902).

320 521. — **Société des établissements Postel-Vinay.** — *Nouveau système de cabestan électrique* (21 avril 1902).

320 598. — **Coleman.** — *Système perfectionné de ventilateur électrique* (23 avril 1902).

320 605. — **Carbone.** — *Perfectionnements aux lampes à arc à charbons convergents* (25 avril 1902).

320 686. — **Société de matériel téléphonique (G. Aboilard).** — *Réseau téléphonique à batterie centrale* (26 avril 1902).

320 912. — **Société de Forest Wireless Telegraph Company.** — *Perfectionnements dans les appareils récepteurs pour la télégraphie sans fils* (6 mai 1902).

320 746. — **Latour.** — *Dynamo* (29 avril 1902).

320 780. — **Murphy.** — *Système d'enroulements d'armatures* (30 avril 1902).

320 847. — **Garcin.** — *Accumulateur à répartition méthodique du courant* (2 mai 1902).

320 927. — **Redding, Lothrop et Deering.** — *Perfectionnements apportés à la fabrication des électrodes pour piles primaires ou secondaires* (6 mai 1902).

320 671. — **Despradels.** — *Appareil de correspondance électrique dit « Le Rapide »* (25 avril 1902).

320 702. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux contrôleurs électriques* (18 avirl 1902).

320 715. — **Dagain et Verge.** — *Système de raccord de prise de courant* (26 avril 1902).

320 725. — **Société Siemens et Halske Aktiengesellschaft.** — *Bouchon à vis pour coupe-circuits possibles* (28 avril 1902).

320 755. — **Braine.** — *Composition isolante* (28 avril 1902).

320 747. — **Armstrong et Orling.** — *Perfectionnements apportés aux galvanoscopes et au moyen de les utiliser pour actionner un ou plusieurs relais* (29 avril 1902).

320 772. — **Société Abel Pifre et Cᵉ.** — *Perfectionnements aux interrupteurs automatiques de courant électrique à haute tension* (29 avril 1902).

320 805. — **Bouvier.** — *Appareil de protection contre la chute des conducteurs électriques aériens* (2 avril 1902).

320 844. — **Société française des câbles électriques (système Berthoud Borel et Cᵉ).** — *Câbles souterrains ne produisant pas d'oscillations électriques sous l'influence de variations brusques de régime du circuit* (1ᵉʳ mai 1902).

320 859. — **Cerebotani et Silbermann.** — *Système électromagnétique commandant un mouvement oscillant sûr et sans résistance* (3 mai 1902).

320 675. — **Société Pyrisolith (Société anonyme pour la fabrication de matériaux isolants).** — *Procédé pour la fabrication de corps électriques isolants avec une matière isolante fragile et pulvérisée et une substance bitumineuse* (25 avril 1902).

320 706. — **Dittlo et Magnin.** — *Diffuseur de lumière* (1ᵉʳ avril 1902).

320 795. — **Beau.** — *Douille universelle pour lampes électriques incandescentes* (30 avril 1902).

320 855. — **Lesage.** — *Système de transmission électrique à vitesse variable et ses diverses applications* (2 mai 1902).

320 865. — **Joseph et Ehnenreich.** — *Support d'abat-jour pour lampes électriques* (3 mai 1902).

320 996. — **Mambret et Anizan.** — *Système de mise automatique de communication directe pour postes téléphoniques supplémentaires* (7 mai 1902).

321 017. — **Société française des télégraphes et téléphones sans fils.** — *Dispositif récepto-enregistreur d'ondes électriques, procédés Branly* (9 mai 1902).

321 033. — **Baviera.** — *Appareil transmetteur récepteur de signaux par ondes électro-magnétiques* (10 mai 1902).

321 077. — **Zay.** — *Interrupteur électrique à secret* (12 mai 1902).

321 167. — **Johnson et Richardson.** — *Moyens et appareils perfectionnés pour transmettre et recevoir électriquement des messages* (12 mai 1902).

321 185. — **Davin-Glibert.** — *Cabine téléphonique insonore* (21 mai 1902).

320 966. — **Mors.** — *Nouvel aggloméré dépolarisant pour piles électriques* (5 mai 1902).

321 042. — **Ropiquet.** — *Transformateur à haute tension* (10 mai 1902).

321 119. — **Vesque.** — *Fabrication pour agrafages de bacs pour accumulateurs ou autres récipients en celluloïd* (14 mai 1902).

320 972. — **Lamme.** — *Perfectionnements dans les systèmes de distribution électrique* (7 mai 1902).

321 067. — **Société Chauvin et Arnoux.** — *Dispositif de vérification applicable aux compteurs électriques* (18 février 1902).

321 151. — **Laubière.** — *Verrou électrique économique* (25 avril 1902).

321 164. — **Hitch.** — *Perfectionnements aux câbles conducteurs* (12 mai 1902).

320 945. — **Iutz.** — *Innovation aux ustensiles de cuisson et appareils de chauffage fonctionnant à l'aide d'un courant électrique* (8 avril 1902).

321 203. — **Lewis.** — *Appareil pour téléphones actionné par des pièces de monnaie* (16 mai 1902).

321 300. — **Edward et Ewin Lavens.** — *Télégraphe à signaux* (18 mai 1902).

321 315. — **Rabbidge.** — *Perfectionnements aux signaux d'alarme ou avertisseurs automatiques* (13 mai 1902).

321 321. — **Société Kabelfabrik Actiengesellschaft.** — *Système de câbles à espaces vides* (21 mai 1902).

321 401. — **Graetzer.** — *Perfectionnements aux commutateurs de distribution pour téléphones* (26 mai 1902).

321 454. — **Maiche.** — *Nouveau moyen de transmission et de réception sans fil des courants électriques* (28 mai 1902).

321 206. — **Balachowsky et Caire.** — *Perfectionnements aux machines dynamo-électriques* (16 mai 1902).

321 248. — **Société anonyme pour le travail électrique des métaux.** — *Perfectionnements dans la constitution des plaques négatives d'accumulateurs électriques, système L. Jumau* (20 mai 1902).

321 330. — **Auer von Welsbach.** — *Électrode en noir de fumée* (26 mai 1902).

321 342. — **Levin.** — *Procédé de fabrication d'accumulateurs électriques* (22 mai 1902).

321 415. — **Compagnie générale d'électricité de Creil (établissements Daydé et Pillé).** — *Perfectionnements dans l'établissement des machines dynamo-électriques* (26 mai 1902).

321 453. — **Lejeune.** — *Procédé de formation rapide des accumulateurs électriques au plomb pur* (27 mai 1902).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société anonyme d'éclairage électrique du secteur de la place Clichy. — Rapport présenté par le Conseil d'administration *à l'Assemblée générale ordinaire du 30 octobre 1902*. — Nous avons à vous présenter notre rapport sur les résultats du douzième exercice. Nous sommes arrivés aux deux tiers de la courte période qui nous a été concédée par le Conseil municipal pour l'exploitation de notre secteur; aussi, pour prévoir le cas où notre entreprise se terminerait en 1907, avez-vous, dans vos diverses Assemblées générales, mis des sommes importantes à la réserve et à l'amortissement, afin que vos intérêts soient sauvegardés quoi qu'il arrive. Nous espérons que cette année encore vous adopterez cette sage résolution.

Il est probable que pendant les cinq ans que nous avons encore devant nous, il s'établira des négociations entre la Ville et les Sociétés d'éclairage pour une prolongation des concessions. Une période plus longue pour l'amortissement de nos installations nous permettrait d'abaisser nos tarifs, mais il est bon que l'on sache dès à présent que nous ne pourrons accepter aucune modification onéreuse aux clauses de notre traité, à moins que nous n'obtenions de sérieuses compensations.

Ce serait en effet une erreur de croire que nous pourrions consentir purement et simplement des réductions de quelque importance sur nos tarifs. Notre exploitation dans Paris est chère, nous avons de lourds impôts et redevances. En outre, nous sommes loin d'avoir les avantages des Compagnies desservant d'autres capitales.

En dehors des charges de toute nature qui, chez nous, sont excessives, il est bon de faire remarquer que les usines de Berlin, avec lesquelles on nous compare quelquefois, ont le grand avantage d'avoir à fournir le courant aux tramways électriques pendant environ vingt heures par jour, grâce au système de trolley autorisé là-bas et interdit chez nous.

Leurs derniers rapports indiquent que :

Sur l'ensemble de la production électrique de Berlin les tramways prennent	57 pour 100.
La force motrice	22 —
Et l'éclairage seulement	21 —
	100

Pour notre secteur, au contraire, dans l'année qui vient de finir nous n'avons rien pour tramways :

La force motrice (y compris le chauffage et la charge des automobiles) représente	16 pour 100.
Et l'éclairage	84 —
	100

Il saute aux yeux qu'il est impossible de comparer les deux villes pour l'établissement de leurs tarifs d'éclairage.

Nous passons maintenant à l'examen de nos opérations pendant l'exercice 1901-1902.

Travaux neufs. — Les travaux neufs pendant l'exercice se sont élevés à :

Usine	1 153 846,05 fr.
Réseau	305 508,20
Branchements	229 437,00
Compteurs	94 595,90
Stations régulatrices	1 222,55
Total	1 784 609,70 fr.

Dont il y a lieu de déduire :

Diminution sur transformateurs	3 110,20
Total effectif	1 781 499,50 fr.

Usine. — La somme de 1 153 846,05 fr se décompose comme suit :

Valeur d'une maison de rapport démolie . . .		289 277,70 fr.
Construction des nouveaux bureaux		411 303,25
Achat d'une batterie d'accumulateurs		413 500,00
Matériel de transformation du courant d'Asnières		266 794,50
		1 410 965,45
Vente de deux vieilles batteries d'accumulateurs	65 051,25	
Perte sur cette vente	192 068,15	
		237 119,40
		1 153 846,05 fr.

Réseau. — Les 305 508,20 fr de travaux neufs représentent le coût de : 2461,85 m de lignes de distribution; 2466 m de feeders courant continu.

Au 30 juin, notre réseau s'étendait sur 100,528 km et comportait une longueur de câbles de 576 103,90 m, ainsi que l'indique le tableau suivant :

DÉVELOPPEMENT.	EXISTANT AU 30 JUIN				
	1898.	1899.	1900.	1901.	1902.
	m.	m.	m.	m.	m.
Du réseau	80 693,2	86 034,6	94 949,6	98 090,0	100 528,60
De la canalisation à cinq fils	76 117,0	81 916,3	88 190,7	91 160,5	93 622,34
De la canalisation feeders	29 607,0	35 362,6	43 493,6	47 859,8	50 525,75
Des câbles de distribution	380 585,0	409 581,5	440 935,7	455 802,4	468 111 70
Des feeders	59 215,2	70 725,2	82 907,2	87 875,5	92 807 50
Des câbles d'éclairage public . . .	11 470,7	11 200,7	15 184,7	15 184,7	15 184,70
Total des câbles.	451 270,9	491 507,4	539 045,6	558 862,6	576 103,90

Branchements. — Voici la situation des branchements au 30 juin 1902.

Désignation.	Existant au 30 juin				
	1898.	1899.	1900.	1901.	1902.
Branchements extérieurs .	1854	2108	2382	2586	2776
Colonnes montantes	951	1122	1293	1433	1551
Branchements intérieurs simples	937	1077	1222	1310	1410
Branchements intérieurs sur colonnes montantes	3095	3911	4851	5597	6373

L'augmentation a été de 190 branchements et 118 colonnes montantes.

Les colonnes montantes installées continuent à être, d'année en année, mieux utilisées.

Si l'on admet, en effet, qu'une colonne montante peut desservir en moyenne 6 logements, nous pourrions, avec nos 1551 colonnes montantes, alimenter 9306 logements.

Nous en desservons 6373, soit 68 pour 100, contre 65 pour 100 l'année dernière à la même date.

Compteurs. — Le nombre des compteurs en service chez les abonnés était, au 30 juin, de 7101, au lieu de 6416 l'an dernier.

Ascenseurs. — Le nombre des ascenseurs continue à augmenter. Il est passé cette année, de 424 à 451 dont 233 purement électriques, 67 mixtes et 151 mixtes par compensateur.

Chauffage électrique. — Le chauffage électrique présente peu d'accroissement, à cause du prix relativement élevé que nous sommes obligés de compter. Cependant nous alimentons l'équivalent de 2834 lampes de 10 bougies, au lieu de 2573 lampes l'an dernier.

Automobiles. — La charge des automobiles électriques nous a procuré, durant cette année, une recette de 93 170,05 fr, contre 81 716,80 fr l'année dernière.

Abonnements. — Le nombre de polices en service a augmenté de 779 pendant l'exercice; il était de 7113 au 30 juin [1].

Quant au nombre de lampes installées réduites en lampes de 10 bougies, le tableau ci-après montre qu'il s'élève à 339 510 et qu'il a augmenté de 34 045 sur l'année dernière.

	Existant au 30 juin				
Nombre	1898.	1899.	1900.	1901.	1902.
De polices souscrites	4 835	6 114	7 564	8 862	10 317
De polices en service. . . .	3 723	4 611	5 630	6 334	7 113
De lampes de 10 bougies . .	188 101	227 990	276 651	305 465	339 510
Dont :					
Pour le service des particuliers :					
Éclairage.	163 606	196 950	238 686	263 590	293 151
Force motrice en lampes de 10 bougies	20 366	26 221	31 723	32 827	36 694
Charge d'automobiles. . .	»	»	»	2 613	3 003
Chauffage en lampes de 10 bougies.	1 451	2 119	2 333	2 573	2 834
Pour l'éclairage public et municipal	2 678	2 700	3 909	3 862	3 828

La moyenne de lampes par abonné est de 47.

Si nous rapprochons le développement des installations de celui de la canalisation, nous constatons que le premier continue à dépasser le second, puisque le total des installations correspond à une moyenne de 362 lampes de 10 bougies par 100 m de canalisation, contre 335 en 1900.

Polices nouvelles. — Pendant l'année nous avons fait signer encore 1455 nouvelles polices, et le nombre de nos abonnés en service est aujourd'hui de 7113.

Depuis l'origine de la Société nous avons fait signer 10 317 polices.

Nous avions au 30 juin :

Abonnés restés en service.	7 113
Installations non terminées.	145
Polices de remplacement.	2 255
Polices annulées (8 pour 100)	804
	10 317

Obligations. — Suivant vos votes successifs, nous avons émis, depuis l'origine de la Société, cinq séries d'obligations dont le détail suit :

Première émission. — 2500 obligations 5 pour 100 de 1000 fr (numéros 1 à 2500)		2 500 000 fr.
Deuxième émission. — 3000 obligations 5 pour 100 de 500 fr (numéros 2501 à 5500). .	1 500 000	649 000
Sur ces titres, il y a eu 16 remboursements, ensemble 1702 obligations, soit.	851 000	
Troisième émission. — 2000 obligations 4,5 pour 100 de 500 fr (numéros 5501 à 7500) .	1 000 000	468 500
Sur ces titres il y a eu 13 remboursements, ensemble 1063 obligations, soit.	531 500	
Quatrième émission. — 2000 obligations 4,5 pour 100 de 500 fr (numéros 7501 à 9500).	1 000 000	745 000
Sur ces titres, il y a eu 4 remboursements, ensemble 510 obligations, soit	255 000	
Cinquième émission. — 6000 obligations 4,5 pour 100 de 500 fr (numéros 9501 à 15 500).		3 000 000
Reste en circulation au 30 juin 1902		7 362 500 fr.

Valeurs en portefeuille. — Le compte portefeuille se compose de :

10 515 actions de 500 fr du Triphasé, soit au pair. .	5 257 500 fr.
300 actions de 500 fr de Nord-Lumière, dont 1/2 versé, soit.	75 000
31 obligations Ville de Paris.	13 427
Total.	5 345 927 fr.

Dans le courant de l'année, nous avons vendu 785 actions du Triphasé au prix de 600 fr. En conséquence nous avons réalisé un bénéfice net de 64 759,65 fr après déduction des frais de conversion et de commission.

Approvisionnements. — Les approvisionnements constatés par l'inventaire du magasin donnent, par rapport à l'année dernière, une diminution de 34 802,25 fr.

Accidents du travail. — Nous avons payé aux Compagnies qui nous assurent contre les conséquences de la loi du 9 avril 1898 des primes de 11 423,70 fr. En outre, nous avons versé aux blessés une somme de 2073,40 fr. Les Compagnies, de leur côté, ont versé aux blessés 2561 fr, espèces et frais médicaux.

Caisse des malades. — Vous avez vu, dans le précédent rapport, que nous bonifions la moitié du salaire à nos agents malades, ainsi que des secours médicaux et pharmaceutiques. La dépense pour la Caisse des malades, cette année, a été de 4367,45 fr qui figurent dans les dépenses d'exploitation, sous déduction de 2000 fr donnés à notre caisse des malades par un de nos abonnés, soit une dépense de 2367,45 fr.

Secours et dons. — Parmi nos dépenses d'exploitation figure encore une somme de 11 262,80 fr qui a servi à donner des indemnités à nos agents appelés au service militaire ou ayant à faire des cures, à payer des frais d'inhumation, à donner des secours à des veuves, etc., enfin à subventionner certaines œuvres de l'arrondissement.

Institut d'épargne. — Pour éviter à notre personnel la perte de temps que causent les dépôts et les retraits à la Caisse d'épargne officielle, nous avons institué une Caisse spéciale dont nous avons donné le règlement dans le dernier rapport. Nous espérons, par de gros intérêts, stimuler les premières économies, qui sont toujours les plus difficiles. Les résultats de cette année sont les suivants :

Solde en caisse au 30 juin 1901	29 369,20 fr.
Sommes versées par 223 déposants.	80 353,20
Intérêts bonifiés	2 517,05
	112 239,45
Remboursements.	58 743,05
Reste au 30 juin 1902.	53 496,40 fr.

appartenant à 190 déposants (33 comptes seulement ont été soldés).

La somme restant déposée dans la caisse a donc augmenté de 24 127,20 fr sur l'année dernière.

[1] Il est intéressant de faire remarquer en passant que nous avons dans notre petit secteur presque autant d'abonnés que tout Berlin où le nombre total d'abonnés ne monte qu'à 7629. Les six secteurs de Paris ont ensemble plus de 30 000 abonnés, soit environ quatre fois plus que Berlin. Cela montre une fois de plus que l'emploi de l'électricité pour l'éclairage s'est beaucoup plus étendu à Paris que partout ailleurs en Europe.

Exploitation. — Les dépenses d'exploitation se sont élevées à :

1 201 705,10 fr,	auxquels il faut ajouter
477 317,90 fr	pour le courant qui nous a été fourni par l'usine d'Asnières.
1 679 023,00 fr.	

L'année dernière ce compte était :

Dépenses ordinaires	1 390 067,25 fr.
Courant d'Asnières	263 640,00
	1 653 707,25 fr.

L'augmentation a été de 25 315,75 fr.

Les recettes de l'exploitation sont de 4 661 933,40 fr contre 4 398 174,55 fr l'année dernière.

Soit une plus-value de 263 758,85 fr.

Les produits nets ont donc augmenté de 238 443,10 fr sur l'année dernière.

Éclairage privé. — On voit, par le tableau ci-après, que 335 682 lampes ont produit une recette de 3 891 973,55 fr, soit une moyenne de 11,59 fr par lampe.

CATÉGORIES.	NOMBRE D'ABONNÉS.	NOMBRE DE LAMPES DE 10 BOUGIES.	CONSOMMATION ANNUELLE	PRODUIT ANNUEL PAR LAMPE.
			fr.	fr.
Éclairage commercial.	1616	93 269	2 021 949,70	21,68
Éclairage domestique.	4818	198 930	1 569 506,15	7,89
Force motrice	540	36 697	177 685,15	4,84
Chauffage	49	2 834	3 801,20	1,34
Automobiles	29	2 940	93 155,85	31,68
Totaux	7112	334 670	3 866 098,05	
Fournitures hors secteur	1	1012	25 875,50	25,57
Ensemble	7113	335 682	3 891 973,55	11,59

Compte de Profits et Pertes :

Le produit net de l'exploitation a été de		2 982 910,40 fr.
Il y a lieu d'y ajouter le bénéfice sur réalisation de valeurs en portefeuille		64 759,63
Ensemble (qui figurent au crédit du compte de Profits et pertes)		3 047 670,05
Au débit du même compte figurent les jetons des administrateurs, fixés par l'assemblée générale du 31 octobre 1901 à 4 pour 100 du produit net de l'exploitation		119 316,40 fr.
La rémunération des commissaires		1 200,00
Les intérêts des obligations	329 550,60	
Intérêts divers	60 502,00	
	390 052,60	
Dont à déduire le produit des valeurs en portefeuille	206 399,65	
		183 652,95
La participation de la ville de Paris		208 048,05
Une somme (qui a été répartie à notre personnel à titre de part dans les bénéfices de l'inventaire 1900-1901) de		98 958,35
Nous avons été obligés de nous défaire de deux batteries d'accumulateurs installées dans nos sous-sols il y a dix ans.		
Nous les avions payées	257 119,40	
Nous les avons revendues	65 051,25	
Il en résulte une perte (que nous avons déduite sur la valeur de l'usine) de		192 068,15
Nous avons jugé devoir porter, cette année, comme dépréciation du réseau, une somme de		1 000 000,00
Il reste un solde disponible de		1 244 426,15
Total		3 047 670,05 fr.

BILAN AU 30 JUIN 1902

Actif.

Usine		7 993 167,80 fr.
Réseau	6 512 937,95	3 512 937,95
— moins dépréciations	3 000 000,00	
Appareillage		5 410,80
Matériel d'éclairage public		54 493,15
Branchements		2 549 582,10
Compteurs		1 071 962,05
Stations régulatrices		298 156,85
Transformateurs		36 085,30
Rue Nollet		7 536,85
Magasins, existences à l'inventaire		459 373,60
Cautionnements		206 678,20
Caisse, espèces		14 649,45
Débiteurs banquiers		73 609,25
Débiteurs divers		461 827,45
Maisons de rapport		260 929,00
Valeurs en portefeuille		5 345 927,00
Total		22 352 326,80 fr.

Passif.

Capital		6 000 000,00 fr
Obligations	9 000 000 1 637 500	7 362 500,00
Réserve légale		587 031,25
— spéciale		800 000,00
Amortissement (art. 51 des statuts)		5 856 500,63
Dividende pour l'exercice 1901-1902		420 000,00
Créanciers divers		1 114 785,10
Coupons d'actions		2 858,40
Coupons d'obligations		97 151,40
Obligations à rembourser		111 500,00
Total		22 352 326,80 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Actif.

Jetons des administrateurs, 4 p. 100 sur 2982910,40		119 316,40 fr.
Rémunération des commissaires des comptes		1 200,00
Intérêts des obligations	329 550,60	
Intérêts divers	60 502,00	
Ensemble	390 052,60	
Dont à déduire les intérêts des valeurs en portefeuille	206 399,65	
		183 652,95
Participation de la ville de Paris		208 048,05
Participation du personnel dans les bénéfices		98 958,35
Perte subie sur matériel revendu		192 068,15
Dépréciation du réseau		1 000 000,00
Solde créditeur		1 244 426,15
Total		3 047 670,05 fr.

Passif.

Produit brut de l'exploitation :		
Éclairage public et municipal	134 793,35	4 661 933,40 fr
Éclairage privé	3 891 973,55	
Recettes diverses	635 166,50	
Dépenses de l'exploitation	1 201 705,10	1 679 023,00
Courant d'Asnières	477 317,90	
Produits nets de l'exploitation		2 982 910,40
Bénéfices sur valeurs réalisées		64 759,65
Total		3 047 670,05 fr.

Répartition. — Les Statuts prescrivent de mettre à la réserve légale :

1° Les intérêts à 5 pour 100 du fonds de réserve, soit	24 990,95 fr.
2° Une somme égale à 5 pour 100, de 1244426,15, soit	62 221,30
Ensemble	87 212,25 fr.

Nous devons ensuite affecter au compte d'amortissement une somme jugée suffisante pour amortir, jusqu'en juillet 1907, le montant du capital-actions.

Sur notre capital de	6 000 000,00		
Nous avons amorti	5 159 286,75		
Il reste à amortir			840 713,25
Nous vous proposons de décider d'amortir			697 213,90
Ces prélèvements faits, nous vous proposons de décider le payement de 5 pour 100 à titre d'intérêts, soit		300 000	
Il reste un excédent de 160 000 fr. D'après le texte de l'article 51 des statuts, l'excédent doit être distribué : 75 pour 100 aux actionnaires à titre de dividende, soit		120 000	
			420 000,00
25 pour 100 au Conseil d'administration, soit			40 000,00
Total			1 244 426,15 fr.

Nous vous proposons de décider que les sommes inscrites au Compte d'amortissement font partie du fonds de roulement de la Société et pourront être employées en valeurs de portefeuille.

En vertu des articles 21 et 31 des Statuts, vous avez à procéder au renouvellement du quart des membres du Conseil d'administration. Les membres sortants sont MM. Auguste Lalance et Ernest Méjà, nommés le 27 octobre 1898 pour quatre ans. Ils sont rééligibles.

Vous aurez aussi, conformément à l'article 22 des Statuts, à confirmer la nomination provisoire de M. Paul Speiser-Sarasin, faite par le Conseil dans sa séance du 29 mai 1902, en remplacement de M. Bischoff, que nous avons eu la douleur de perdre.

Comme tous les ans, nous vous demanderons, pour nous conformer à la loi de 1867, de décider que les membres du Conseil faisant partie d'autres Sociétés soient autorisés à traiter des affaires avec nous au nom de ces Sociétés.

Nous vous demanderons aussi de désigner un commissaire des comptes pour l'année 1902-1903, ainsi qu'un commissaire suppléant.

Nous ne terminerons pas notre rapport sans adresser tous nos remerciements à nos fidèles collaborateurs qui ont toujours apporté le plus grand dévouement à la prospérité de notre œuvre commune.

Résolutions votées a l'unanimité par l'Assemblée générale. — 1° L'Assemblée générale, après avoir entendu le commissaire des comptes, donne son approbation au rapport du Conseil d'administration; elle approuve le bilan et le compte de profits et pertes. Elle décide que les bénéfices seront répartis comme suit :

Compte de réserve.

Intérêts sur le solde	24 990,95	
5 pour 100 sur les bénéfices de l'année	62 221,30	
		87 212,25 fr.

Compte d'amortissement.

Contribution de l'année 1901-1902	697 213,90

Compte de dividende.

Dividende à raison de 5 pour 100	300 000,00	
Dividende supplémentaire de 2 pour 100	120 000,00	
		420 000,00
Conseil d'administration (part lui revenant en vertu de l'article 51 des statuts)		40 000,00
Total		1 244 426,15 fr.

2° Le dividende sera payé à partir du 1er décembre 1902 aux caisses désignées pour le dépôt des titres, sous déduction des impôts de finance et sur présentation du coupon n° 11, à raison de : 31,55 fr net par coupon au porteur et 33,60 fr net par coupon au nominatif.

3° L'Assemblée décide que les sommes portées au compte d'amortissement feront partie du fonds de roulement de la Société et pourront être employées en valeurs de portefeuille.

3° L'Assemblée nomme administrateurs pour une durée de quatre ans MM. Auguste Lalance et Ernest Méja, administrateurs sortants, et M. Paul Speiser-Sarasin, nommé provisoirement par le Conseil dans sa séance du 29 mai 1902, en remplacement de M. Bischoff, décédé, conformément à l'article 22 des statuts. Ces messieurs acceptent.

5° L'Assemblée nomme, pour l'année 1902-1903, M. Jean Scheidecker, commissaire des comptes, M. Henri Ill, commissaire suppléant, qui acceptent ces fonctions.

L'Assemblée fixe à 1000 fr la rémunération du commissaire des comptes, et à 200 fr celle du commissaire suppléant. Dans le cas où ce dernier aurait à remplir les fonctions de commissaire, il recevrait les 1000 fr ci-dessus.

6° L'Assemblée donne à ceux de ses administrateurs qui font en même temps partie d'autres Sociétés les autorisations prévues par la loi de 1867, en raison des affaires qui pourraient être traitées avec ces Sociétés.

RECETTES MENSUELLES COMPARATIVES

COURANT ÉLECTRIQUE.	1897-1898.	1898-1899.	1899-1900.	1900-1901.	1901-1902.
	fr.	fr	fr.	fr.	fr.
Juillet	83 183,20	102 313,80	116 097,90	156 582,45	139 555,75
Août	81 019,45	95 022,65	105 016,00	118 209,25	131 325,70
Septembre	125 597,95	135 020,10	158 951,35	207 120,95	200 880,40
Octobre	207 166,80	245 859,30	277 784,25	365 563,20	355 005,30
Novembre	278 960,05	331 20[illegible],00	391 884,10	475 739,65	508 727,40
Décembre	343 526,60	402 389,55	487 777,30	542 050,40	596 650,0[illegible]
Janvier	329 583,65	389 948,05	466 304,20	511 132,55	566 170,45
Février	265 467,55	320 006,80	386 566,15	423 969,25	463 735,15
Mars	256 154,55	260 641,45	327 466,85	362 568,25	365 538,70
Avril	185 777,85	225 822,05	266 662,40	294 435,35	312 737,95
Mai	166 019,45	194 957,65	257 561,30	247 706,80	275 768,65
Juin	126 199,60	145 514,95	201 618,15	188 271,20	202 413,95
	2430 656,70	2846 678,35	3425 699,95	3923 349,70	4118 507,45
Rabais et ristournes	36 226,45	43 367,85	52 129,10	80 491,15	91 740,55
	2394 430,25	2803 310,50	3371 570,85	3842 855,55	4026 766,90
Recettes diverses : Location de branchements et de compteurs, etc.	291 529,55	372 663,65	481 302,95	555 319,00	635 166,50
Totaux	2685 959,80	3175 974,15	3852 873,80	4398 174,55	4661 933,40

SITUATION AU 30 JUIN 1902 DES COMPTES DE RÉSERVE ET D'AMORTISSEMENT

Réserve :		
Réserve légale	587 031,25	
Réserve spéciale	800 000,00	
		1 387 031,25 fr.
Amortissement :		
Amortissement (art. 51 des statuts)	5 856 500,65	
Dépréciation du réseau	3 000 000,00	
		8 856 500,65
		10 243 531,90 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

49 551. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

11e Année. — N° 264 25 Décembre 1902.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

MM. les abonnés dont l'abonnement expire fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.

INFORMATIONS

La télégraphie sans fil a travers l'Atlantique. — La télégraphie sans fil à travers l'Atlantique est aujourd'hui un fait accompli, grâce aux efforts persévérants de M. Marconi. Un *Marconigramme*, ainsi que l'appelle déjà un de nos confrères anglais, a été envoyé au *Times*, et son exactitude contrôlée par un câblogramme. De là à envisager l'établissement d'un service de télégraphie sans fil à prix réduit (cinquante centimes par mot pour le public, vingt-cinq centimes par mot pour la presse), il n'y a qu'un pas vite franchi par ceux qui ne voient pas beaucoup plus loin que le bout de leur nez, et n'envisagent que le résultat brut, sans s'inquiéter des moyens par lesquels ce résultat est obtenu.

La vitesse de transmission est-elle suffisante? La précision des transmissions sera-t-elle assurée? Les nombreux postes de télégraphie sans fil établis sur les navires de guerre et de commerce qui sillonnent l'Océan ne troubleront-ils pas les communications? Les communications de ces navires entre eux ne seront-elles pas elles-mêmes troublées par les signaux qui traversent l'Océan? Le secret des transmissions sera-t-il assuré?

C'est à toutes ces questions et à bien d'autres, auxquelles il faudra répondre avant de songer à faire industriellement de la télégraphie sans fil à travers l'Océan. M. Marconi a fait une brillante, une très brillante expérience, et les progrès réalisés depuis cinq ou six ans dans la voie qu'il a ouverte sont réellement prodigieux. La télégraphie sans fil rend déjà des services signalés et en rendra encore de plus grands lorsque les postes fixes et mobiles seront plus nombreux et les systèmes sélecteurs plus perfectionnés; mais il passera beaucoup d'eau sous le pont avant que la télégraphie sans fil ne puisse faire même un semblant de concurrence à la télégraphie avec fil. L'éclairage électrique n'a pas tué l'éclairage au gaz : il en sera de même des deux systèmes télégraphiques qui coexisteront et rendront tous deux des services, chacun dans son domaine spécial.

L'électricité à la 5e Exposition internationale de l'automobile, des cycles et des sports. — L'exposition ouverte au Grand-Palais du 10 au 25 décembre n'a pas révélé de nouveautés sensationnelles en matière d'électricité appliquée à l'automobile. Voici, rapidement résumé, l'état actuel de la question au point de vue qui nous intéresse.

Allumage électrique. — L'allumage à incandescence a presque disparu pour faire place à l'allumage électrique. Les sys-

tèmes à accumulateurs et bobines d'induction à trembleur rapide sont en vogue, mais les magnétos leur font une sérieuse concurrence, surtout sur les voitures de course et les grosses voitures. Ces procédés d'allumage feront l'objet d'un article spécial.

Transmission électrique. — La transmission de la puissance du moteur thermique aux roues du véhicule par dynamo et moteur électrique était représentée par trois systèmes : Le système *Electrogenia*, perfectionnement de la voiture exposée l'an dernier par M. de Champrobert et décrite ici même, le système Krieger que nous décrirons prochainement, et le système Lohner-Porsche sur lequel il nous a été impossible de nous procurer des renseignements précis. Tout ce que nous pouvons en dire, c'est que le moteur thermique d'une puissance annoncée de 28 chevaux, actionne une dynamo dont le courant est envoyé, à l'aide d'un combinateur dans deux moteurs dont chacun d'eux actionne une roue d'avant. Le moteur est à 10 pôles et actionne directement la roue, son induit étant calé sur le moyeu.

Voitures mixtes. — Il n'y avait pas à proprement parler, de voiture mixte exposée au Salon, mais seulement des voitures à groupe électrogène de recharge. MM. Mildé fils et Cie exposaient un omnibus électrique à 8 places et un landaulet à 4 places munis d'un groupe de recharge.

Voitures électriques. — Les voitures électriques exposées par sept ou huit constructeurs ne diffèrent que par des détails de construction des types connus et longuement décrits dans nos numéros du 10 juillet 1898 et du 10 juillet 1899. La voiture électrique, on peut le dire sans fausse modestie, touche presque aujourd'hui à la perfection, mais elle ne l'atteindra que le jour où l'accumulateur léger et résistant permettra d'alléger ses organes et d'étendre son parcours sans recharge. Nous attendons toujours ce merle blanc automobile si souvent annoncé, tantôt par Édison et ses prophètes, tantôt au nom de Marconi dont les préoccupations sont d'une nature bien différente, mais jamais entrevu. Le sera-t-il jamais? *That is the question!*

Divers. — En attendant l'accumulateur idéal, comme certaines voitures électriques appartiennent à des propriétaires dont les remises sont sur des secteurs desservis par des courants alternatifs, on se préoccupe de créer des systèmes simples et commodes pour effectuer la charge des accumulateurs sur ces réseaux. L'alterno-redresseur de MM. Rougé et Faget, et la soupape électrolytique de M. Nodon se font, sur ce terrain, une louable concurrence que nous suivons avec le plus grand intérêt.

Le frein de Prony constituant un déplorable dynamomètre d'absorption pour les moteurs thermiques à explosion, M. le commandant Krebs a utilisé, pour la mesure de cette puissance, un dispositif préconisé il y a une quinzaine d'années, par Tatham et par M. Marcel Deprez. Ce dispositif dynamométrique est constitué par une dynamo dont l'induit est relié au moteur thermique et dont l'inducteur est monté sur des tourillons ayant même axe que l'induit. La dynamo est chargée avec des lampes à incandescence, et le couple qu'exerce l'induit sur l'inducteur pour l'entraîner est équilibré par des poids suspendus à l'extrémité d'un levier horizontal de 1 m de longueur, ce qui permet d'avoir la valeur du couple directement en kgm. La vitesse angulaire étant mesurée avec un tachymètre, on en déduit facilement la puissance en poncelets. C'est un dispositif semblable qu'il faudra employer pour déterminer un peu sérieusement la puissance et la consommation spécifique des moteurs thermiques, et se faire une idée définitive sur les valeurs respectives de l'alcool et de l'essence de pétrole comme agents moteurs.

La mesure des courants redressés. — Dans une information de notre dernier numéro, nous signalions les difficultés que présente la mesure des courants périodiques redressés, tels que ceux produits par les alterno-redresseurs et les soupapes électrolytiques, et nous insistions sur la nécessité d'employer des appareils bien adéquats à cette mesure, à l'exception des appareils thermiques et des appareils à shunt. On trouvera dans la correspondance du présent numéro une lettre de M. Rougé, de laquelle il résulte que si l'ampèremètre thermique donne des indications erronées, il n'en est pas de même des ampèremètres à shunt, que l'on peut employer sans aucune réserve, et qui donnent exactement la valeur du courant *moyen*, quelle que soit la constante de temps du circuit en dérivation constitué par le cadre mobile. Sans rien retirer de ce que nous disions sur la nécessité de bien spécifier la nature des ampèremètres employés à la mesure des courants redressés, nous reconnaissons bien volontiers l'exactitude des observations de M. Rougé, exactitude que l'expérience nous a d'ailleurs confirmée, et la légitimité de l'emploi des appareils à shunt et à cadre mobile pour la mesure du courant moyen fourni par les redresseurs.

Errare humanum est. Perseverare diabolicum.

Le système métrique et le cheval-vapeur. — Au moment où le système métrique tend à devenir de plus en plus international, l'*American Institute of Mechanical Engineers* vient de faire preuve d'une originalité peu enviable en votant, à une majorité que nous voulons croire aussi chancelante que provisoire, la conservation de l'ancien système de mesures. Une des plus puissantes sociétés techniques américaines se singularise ainsi et se met en travers du progrès, au moment même ou M. James Swinburne, président de l'*Institution of Electrical Engineers*, de Londres, fait, dans le discours inaugural de sa présidence, une guerre acharnée aux unités anglaises, aux définitions erronées dont s'émaillent si souvent les publications de son pays, et voudrait voir disparaître toutes les unités empiriques, y compris le *horse-power*, malgré son origine si nettement nationale. Pour qu'une semblable réforme puisse aboutir, il faut, croyons-nous, qu'elle soit tout d'abord adoptée dans les pays qui font exclusivement usage du système métrique et du système C.G.S. Or, par une singulière aberration, contre laquelle, après avoir protesté platoniquement, nous allons protester pratiquement, la France, l'Allemagne, la Suisse et la Belgique ont pris l'habitude déplorable d'indiquer les puissances des dynamos en kilowatts et les puissances des moteurs en chevaux.

C'est là une absurdité contre laquelle nous croyons devoir réagir, avec l'espoir d'être suivi, comme nous l'avons été pour l'ohm-centimètre.

A partir du 1er janvier 1905, nous ne donnerons plus aucune indication de puissance autrement qu'en kilowatts et en poncelets, et nous prions nos auteurs de vouloir bien faire éventuellement les transformations numériques de façon à se conformer à cette règle.

Nous espérons aussi que l'Académie des sciences voudra bien prohiber dans ses comptes-rendus l'emploi du cheval-vapeur, unité empirique qui n'a pas d'existence légale ni d'existence officielle, tandis que le kilowatt et le poncelet ont été sanctionnés par des Congrès officiels.

Du moment que l'Académie des sciences ne veut pas, avec raison d'ailleurs, accueillir des dimensions exprimées en pouces ou en lignes, des surfaces en arpents, des volumes en pintes, des poids en livres, etc., on ne comprend pas pourquoi elle accepterait des puissances exprimées en chevaux. Signaler la faute, c'est signaler le remède : l'Académie des sciences, doit avoir pour la pureté du langage scientifique le même souci que l'Académie française pour la pureté de notre langue. Notre appel sera donc entendu, nous en avons la conviction intime. Au cas contraire, nous saurions le renouveler d'une façon plus directe.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Hendaye (Basses-Pyrénées). — *Traction électrique.* — Le dossier du projet de construction du tramway électrique devant relier Béhobie, Hendaye, Saint-Jean-de-Luz, Guéthary et Biarritz par les falaises, a été approuvé dans une des dernières réunions du comité technique des ponts et chaussées.

Il y a bientôt six mois que la ligne de San-Sebastian à la frontière est commencée. Or, les projets avaient été présentés simultanément à l'approbation des deux administrations respectives. On voit que l'Espagne nous a devancés, et de loin; il est vrai qu'elle ne possède pas l'Administration que tout le monde nous envie... !

Miramont. — *Éclairage.* — Nous apprenons que les travaux concernant l'installation de la lumière électrique sont poussés avec la plus grande activité. Le montage des canalisations n'est plus qu'une question de quelques jours. La mise en marche s'effectuera dès les premiers jours de janvier.

Mios (Gironde). — *Éclairage.* — Il paraîtrait que depuis peu, la municipalité de cette ville est en pourparlers avec une importante maison de Bordeaux, pour l'installation de la lumière électrique dans le bourg de Mios.

Puygcerda (Pyrénées-Orientales). — *Chemin de fer électrique.* — Nous croyons savoir qu'une démarche vient d'être faite au ministère des travaux publics en vue d'obtenir l'étude immédiate d'une ligne de chemin de fer à traction électrique reliant Axat, sur l'Aude, à Bourg-Madame et Puygcerda, sur la frontière d'Espagne.

M. Dujardin-Baumetz a exposé l'intérêt considérable que son arrondissement a à la construction de cette ligne qui le mettrait en relation directe avec les Cerdagnes française et espagnole; il a montré toute la partie de l'arrondissement de Limoux située en amont d'Axat, si riche pourtant en produits de toutes sortes, et notamment en bois et en bétail, privée de moyens de communications rapides et économiques avec le reste du département, et a conclu à l'impérieuse nécessité de doter cette région si intéressante des moyens de transport qui lui manquent.

M. Gauthier, sénateur, reprenant, à un autre point de vue, la thèse développée par M. Dujardin-Baumetz, s'est élevé avec force contre la préparation et l'exécution de tout projet, excluant le chemin de fer d'Axat à Bourg-Madame, et ne mettant pas l'arrondissement de Limoux et le département de l'Aude tout entier en communication directe avec l'Espagne.

Il insiste sur ce point que, de toutes les lignes étudiées, et notamment des trois lignes ayant leur point de départ respectif à Axat et à Ax et à Villefranche-du-Conflent, et leur point d'aboutissement commun à Bourg-Madame, la ligne d'Axat à Bourg-Madame est encore la plus facile, la plus commode, et celle qui, par surcroît, représente le plus court trajet entre le centre de la France et la frontière d'Espagne.

Il ajoute que le barrage de Puyvalador, projeté pour l'alimentation en eau de la rivière d'Aude et du canal du Midi, sera en état de fournir autant d'énergie électrique qu'il en sera besoin pour l'exploitation de la nouvelle ligne, et il finit en demandant instamment que l'étude de cette ligne soit immédiatement entreprise.

La délégation appuie énergiquement cette demande et reçoit la promesse qu'une première étude sommaire va être faite, après laquelle, et suivant les résultats auxquels elle aboutira, il sera procédé à une étude plus approfondie.

CORRESPONDANCE

Tramways à contacts superficiels.

Je suis très heureux que M. G. Paul ait bien voulu consacrer au système Dolter une étude plus détaillée que celle parue dans le numéro de *L'Industrie électrique* du 25 août 1902 :

De cette façon il me fournit l'occasion de donner aux lecteurs de ce journal quelques détails complémentaires sur mon système.

Dans son nouvel article du 25 novembre dernier, M. G. Paul dit :

« Je dois protester contre le fait que le plomb fond lorsque « la barre de sûreté glisse sur le plot resté sous tension. J'ai « pu constater par mes expériences qu'un dispositif de ce « genre n'offre pas de garantie pour un fonctionnement sûr « et précis. »

M. G. Paul a dû faire ses expériences non pas avec un système magnétique, mais peut-être avec le système Paul dont il est l'inventeur. Or du fait que dans ces expériences, le choix du fusible n'ait pas été très heureux, non plus que la disposition et la construction du frotteur de sécurité, il ne résulte pas nécessairement qu'il soit impossible à un autre inventeur de réussir là où il a échoué, et d'arriver avec un système différent, à disposer une pièce fusible mieux étudiée pour le travail qu'elle a à accomplir, ainsi qu'un frotteur satisfaisant à toutes les conditions de garantie exigées.

Dans une première réponse, insérée au numéro 207 de *L'Industrie électrique*, j'avais dit :

« A l'arrière de la voiture, se trouve placé un second « frotteur métallique réuni à la masse de la voiture en traver- « sant une résistance de 2 ohms environ. »

M. G. Paul reproduit ce passage, et ajoute :

« L'emploi de la résistance de 2 ohms constitue justement « une entrave pour le fonctionnement du dispositif de sûreté. « Des essais répétés sur des systèmes à conducteurs sectionnés « (le système Paul, sans doute?) ont montré que surtout à « une vitesse de 16 km à l'heure, des plombs fusibles de 60 à « 70 ampères n'ont pas fondu lorsque la barre de sûreté a « touché un plot resté sous tension. Il y a lieu de remarquer « à ce sujet que, lors de ces essais, la barre de contact était « en connexion électrique directe avec le truck de la voiture « sans l'interposition d'une résistance. Mais si l'on intercale « une résistance de 2 ohms, l'intensité est limitée, de sorte « qu'elle ne peut s'accroître et par suite faire fondre rapide- « ment le plomb fusible.

« Le temps pendant lequel la barre de sûreté glisse sur un « plot resté sous tension n'est que très court, même si l'on « fait cette barre aussi longue que possible et que la longueur « de la voiture le permet. Mais si, dans le système Dolter, le « frotteur collecteur a déjà une longueur de 6,50 m et la « voiture parcourant à une vitesse de 16 km à l'heure, 4,40 m « par seconde, il faudrait que la barre de sûreté ait une « longueur de 4,40 m pour qu'elle glisse assez longtemps sur « un plot resté sous tension afin que le plomb fusible puisse « fondre en une seconde. Or, des essais minutieux que j'ai « faits il y a quelques années avec des fusibles de différente « composition ont prouvé (toujours sans doute pour le système « Paul?) que, à une intensité de 60 à 70 ampères, ces fusibles « ne peuvent fondre en une seconde, et que le plot intéressé « reste sous tension une fois que le frotteur l'a quitté ».

Les résultats constatés sur la ligne du Bois de Boulogne vont directement à l'encontre des assertions ci-dessus de M. Paul. Sur cette ligne, les frotteurs actifs ont une longueur de 6,50 m; la distance entre eux et les frotteurs de sécurité

est de 60 cm. Ces derniers sont calculés et construits de façon à donner à leur partie frottante une résistance telle, que, dans le cas où un appareil resterait sous tension, un débit considérable passerait dans l'appareil : mais en même temps le débit est limité par cette résistance, et le disjoncteur de l'usine ne peut tomber avant la fusion de la pièce de sécurité : ce qui arriverait, si la résistance électrique de la surface frottante du frotteur de sûreté était presque nulle par rapport à la masse de la voiture. Lorsque cette résistance est égale à 2 ohms sous une tension de 550 volts, l'intensité du court-circuit est limitée à 275 ampères, intensité suffisante pour faire fondre, dans une très petite fraction de seconde, le fusible placé dans les contacts Dolter.

De nombreuses expériences ont été faites en présence d'ingénieurs électriciens de divers pays, venus pour visiter la ligne du Bois de Boulogne, et tous ont pu constater l'efficacité de notre frotteur de sécurité.

M. G. Paul reproduit en la commentant la partie de ma réponse relative au frotteur, parue dans le numéro 258 de *L'Industrie électrique* du 25 septembre 1902, et conclut par cette affirmation hasardeuse : « Que les trois parties du frotteur soient réunies mécaniquement ou non, il est impossible que les appareils fonctionnent sans formation d'étincelles. Les explications de la Société d'exploitation des brevets Dolter dans l'article de *L'Industrie électrique* du 25 septembre 1902 sont par conséquent (??) loin de fournir la preuve que les appareils fonctionnent sans étincelles. Tant que cette condition ne sera pas remplie, on ne peut parler d'une sécurité suffisante pour la circulation ».

Il n'est pire sourd que celui qui ne veut pas entendre.

Je vais donc une fois de plus répéter pour M. Paul, ce que j'ai déjà dit, au sujet des dispositions spéciales de mon frotteur électro-magnétique, placé sous les voitures de la Compagnie du Bois de Boulogne.

Ce frotteur est composé de 2 barres longitudinales en fer doux, d'une seule pièce, entretoisées par 7 électro-aimants.

Les électros 2, 3, 4, 5 et 6 sont toujours excités. Les électros 1 et 7 ne sont excités que lorsqu'ils se trouvent respectivement à l'avant, dans le sens de marche de la voiture : celui des deux qui se trouve à l'arrière, n'est pas excité, et de ce fait, la barre située sous cet électro-aimant se trouve shuntée magnétiquement par le noyau dudit électro.

Le frotteur étant relié mécaniquement et électriquement dans toute sa longueur, permet la chute du levier du plot de contact aussitôt que la partie avant a attiré le levier du plot suivant, et cette chute s'opère sans étincelle entre les charbons de contact, avant que le frotteur ait quitté la surface du plot. En conséquence, si une dérivation existe entre la surface du plot et le rail, elle est commutée sur le plot suivant, et l'étincelle de rupture de cette dérivation se produit à la surface du plot et non dans l'intérieur.

Au chemin de fer du Bois de Boulogne, les frotteurs actifs ont une longueur de 6,50 m et ne sont aimantés que sur une longueur de 5 m, la dernière partie ne l'étant pas. Entre ce frotteur collecteur de courant et le frotteur de sécurité, il n'y a qu'une distance de 60 cm. Or, la vitesse atteinte par les voitures du Bois de Boulogne n'est pas de 4,40 m comme l'indique M. Paul, mais bien de 7 m à la seconde. Malgré cette vitesse et le peu de distance qui existe entre le frotteur actif et le frotteur de sécurité, jamais depuis que la ligne est en service avec le système Dolter, on n'a eu à constater un court circuit intempestif du fait que le levier d'un contact ne serait pas tombé assez vite.

Il en résulte que, contrairement à toutes les assertions de M. G. Paul, les plots installés au Bois de Boulogne sont désélectrisés complètement dans une période de temps inférieure à la *seizième partie d'une seconde* : par conséquent, le système Dolter assure d'une façon complète et certaine la sécurité de la voie.

C'est là un fait qu'il faut se résoudre à reconnaître et qui constitue une supériorité réelle sur les systèmes à contact actuellement existants, y compris celui de M. G. Paul, proposé maintenant dans l'industrie sous le nom de *Système Schuckert*.

HENRY DOLTER.

Sur la mesure des courants périodiques.

MONSIEUR,

Permettez-moi de protester contre une assertion de détail qui se trouve dans une des notes parues sous la rubrique « Informations » dans votre dernier numéro et relative à la charge des accumulateurs par des courants ondulés.

Il y est dit, en effet, qu'un ampèremètre à shunt et cadre mobile marque moins que le courant moyen quand le courant instantané subit des fluctuations périodiques et cela grâce à la self-induction du cadre qui s'oppose à ce que l'intensité moyenne dans ce dernier ne soit pas le simple quotient de la différence de potentiel moyenne entre ses bornes et sa résistance ohmique.

Je me permets d'attirer votre attention sur l'importance que présente cette remarque, étant donné qu'elle est strictement contraire aux principes de l'induction. En effet :

Soit u la différence de potentiel aux bornes du shunt, fonction périodique du temps. Ce que nous écrirons sous la forme :

$$u_t = u_{t+nT},$$

T étant la durée d'une période complète. Soit :

r, la résistance du cadre mobile et des fils conducteurs qui y aboutissent;

l, le coefficient de self-induction que, pour plus de généralité, nous supposerons variable avec la période;

i, le courant qui traverse le cadre.

Nous pourrons écrire à chaque instant :

$$i = \frac{u - \frac{d}{dt}(li)}{r}$$

et si nous écrivons l'intensité moyenne pendant une période, nous aurons :

$$I_{moy} = \frac{1}{T}\int_t^{t+T} i dt$$

ou bien, en portant la valeur précédente :

$$I_{moy} = \frac{1}{r}\left[\frac{1}{T}\int_t^{t+T} u dt - \frac{1}{T}\int_t^{t+T} \frac{d}{dt}(li) dt\right].$$

Le premier terme $\frac{1}{r}\cdot\frac{1}{T}\cdot\int_t^{t+T} u dt$ est, par définition, $\frac{U_{moy}}{r}$; le second, si le courant est vraiment périodique ainsi que la self-induction, est rigoureusement nul, étant la différence entre deux valeurs de li distantes d'une période; il faudrait pour qu'il en fût autrement que la fonction périodique « li » contienne des termes à coefficients imaginaires, ce qui revient à dire qu'elle soit exponentielle, ce qui ne peut avoir lieu qu'aux moments de la fermeture ou de la rupture du circuit.

Je vous soumets, Monsieur le Rédacteur en chef, ce cas de conscience *faradique* et vous prie d'agréer, etc.

A. ROUGÉ.

Givors, 17 décembre 1902.

MOTEURS A COURANTS ALTERNATIFS
A VITESSE ANGULAIRE VARIABLE
DE LA
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

L'une des particularités caractéristiques des moteurs à courant alternatif munis d'un enroulement induit fermé sur lui-même, est que leur vitesse, pour une charge donnée, est liée à la fréquence du courant qui les alimente.

Quand on veut réduire la vitesse de ces moteurs, on ouvre le circuit de l'induit, et on y intercale, par l'intermédiaire de bagues et de balais, des résistances qui ont l'inconvénient d'absorber, sans aucun effet utile, la puissance correspondant à la réduction de vitesse obtenue. S'il était possible de réaliser une disposition par laquelle une grande partie de cette puissance serait restituée au réseau, on pourrait faire fonctionner le moteur à vitesse réduite avec un rendement sensiblement égal à son rendement à vitesse normale.

Une telle disposition permettrait également d'effectuer le démarrage des moteurs asynchrones sans perte d'énergie exagérée.

Le problème ainsi posé, il s'agissait de restituer au réseau l'énergie que le rotor d'un moteur alternatif envoie actuellement dans des résistances. Mais le rotor d'un moteur asynchrone développe des courants dont la fréquence et la tension varient suivant la vitesse de ce rotor, et l'on ne peut restituer cette énergie à un réseau à fréquence et à potentiel constants qu'à l'aide de dispositions spéciales.

La *Société alsacienne de constructions mécaniques* emploie pour obtenir ce résultat des moteurs asynchrones dont le rotor est muni d'un collecteur, et se trouve ainsi traversé par un courant de même fréquence que celle du réseau, associé à un transformateur à rapport de transformation variable qui permet de régler la tension dans la mesure voulue.

Différentes dispositions ont été essayées ; la plus simple est la suivante :

Le rotor d'un moteur à courant alternatif est muni d'un enroulement à courant continu et d'un collecteur sur lequel frottent trois balais, décalés de 120° l'un par rapport à l'autre. Les trois balais sont reliés aux trois bornes d'un appareil à touches dont les sections sont soudées aux spires de l'enroulement secondaire d'un transformateur. L'enroulement primaire du transformateur est relié au réseau qui alimente le stator du moteur. Le sens des enroulements est tel que le secondaire est en opposition avec l'enroulement du rotor.

Le schéma (fig. 1) représente le cas où le stator est monté en triangle. Pour que les enroulements soient en opposition, le secondaire du transformateur doit être en étoile, si son primaire est monté en étoile.

Nous allons essayer d'expliquer d'une façon simple le fonctionnement de l'ensemble ainsi réalisé :

Il peut être comparé à deux transformateurs montés en récupération. Une force électromotrice produit un courant en travaillant sur la somme des impédances des deux appareils, une source de courant fournit une puissance qui est égale à la somme des pertes dans les deux appareils. La force électromotrice de circulation peut être produite soit au moyen d'un transformateur, soit en diminuant la force électromotrice d'un des transformateurs en modifiant le nombre de spires de son enroulement.

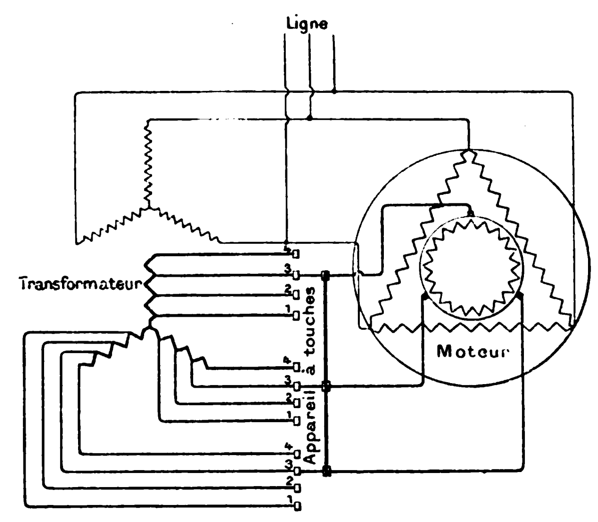


Fig. 1. — Principe du moteur à vitesse variable.

Dans le cas qui nous occupe, deux forces électromotrices différentes produisent la circulation, tandis que la source fournit les pertes dans le fer et le cuivre du moteur et du transformateur, augmentées de la puissance développée sur l'arbre.

Le diagramme (fig. 2) représente les conditions de marche d'un moteur asynchrone ordinaire. Soit C le couple nécessaire ; I_1, le courant dans le stator ; I, le courant à vide ; le courant dans le rotor est alors I_2.

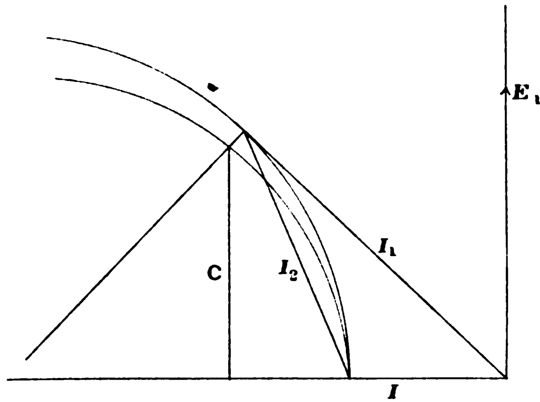


Fig. 2. — Diagramme d'un moteur asynchrone ordinaire.

Un moteur alternatif ordinaire, dont la vitesse est réglée par un rhéostat intercalé dans le rotor, absorbe toujours

pour le même couple la même puissance donnée pour chaque phase par le terme :

$$E_1 I_1 \cos \varphi ;$$

et cela quelles que soient la vitesse et la puissance développées sur l'arbre. Le rendement sera donc très mauvais aux faibles vitesses angulaires.

D'une façon générale, pour produire le couple C, il suffit qu'il passe dans le rotor d'un moteur un courant I' déterminé par la relation :

$$I' \sin \varphi' = I_2 \sin \varphi_2,$$

φ' et φ_2 étant les angles que ces courants I' et I_2 forment avec le flux.

Les conditions de marche de la disposition spéciale qui

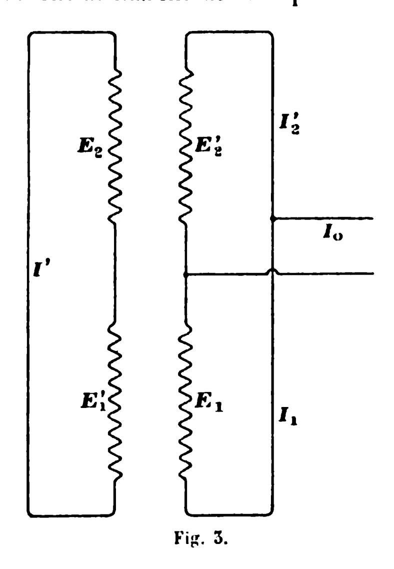


Fig. 3.

nous occupe sont données par la figure 3, dans laquelle nous appelons :

E_1, la force électromotrice d'une phase du stator;

I', le courant;

E'_1, la force électromotrice d'une phase du rotor;

E_2, la force électromotrice d'une phase de la basse tension du transformateur;

I'_2, le courant;

E'_2, la force électromotrice d'une phase de la haute tension du transformateur;

Z, la somme des impédances du transformateur et du moteur;

R, la résistance;

X, la réactance.

Pour construire les diagrammes, mettons :

E'_1 en phase avec I_2, et E_2 en phase avec E_1.

La différence géométrique entre E'_1 et E_2 sera $(E'_1 - E_2)$. Il faut de plus que I', et par conséquent aussi I'_2, soient en phase avec $(E'_1 - E_2)$ (fig. 4).

I' est toujours représenté par :

$$I' = \frac{(E'_1 - E_2)}{Z}.$$

Si :

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}.$$

Nous aurons entre $(E'_1 - E_2)$ et I' un angle de décalage dont la tangente est donnée par $\frac{X}{R}$. Le flux produit par ce courant fournira avec celui du courant primaire, le flux réel dans l'entrefer. Comme ce dernier est constant, on

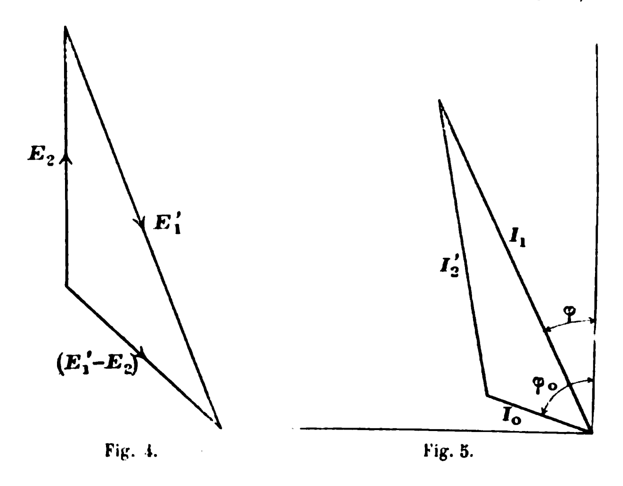


Fig. 4. Fig. 5.

voit que la force contre-électromotrice a un effet sur le déphasage primaire. Le courant induit dans le primaire du transformateur doit donner avec le courant dans le stator une résultante I_0, qui représentera le courant à fournir par le réseau; φ_0 sera le nouveau décalage (fig. 5).

Démarrage. — L'impédance d'un moteur dont le rotor ne tourne pas est un minimum pour l'induit en court-circuit où $R_2 = 0$, et un maximum pour l'induit ouvert où $R_2 = \infty$. Nous pouvons donner à l'impédance toute valeur intermédiaire entre ces deux valeurs extrêmes, soit en faisant varier la résistance de l'induit, soit en appliquant une force contre-électromotrice dans l'induit. Pour le démarrage, E'_1 (fig. 5) est la force électromotrice à circuit ouvert. On donnera à E_2 une valeur telle que le courant produit par la différence $(E'_1 - E_2)$ correspond au courant nécessaire pour le démarrage. Aussitôt que le moteur a démarré, la vitesse augmente jusqu'à cette valeur de E'_1 qui donne un $(E'_1 - E_2)$, c'est-à-dire un I' suffisant pour produire le couple nécessaire. On passera à la deuxième touche, et ainsi de suite jusqu'à la mise en court-circuit.

Réglage de vitesse. — Pour expliquer le réglage de la vitesse, admettons pour un instant qu'un couple constant, par conséquent un I' constant soit demandé. Si le moteur tourne à une certaine vitesse, il développera un certain E'_1. Si nous laissons maintenant agir une force contre-électromotrice E_2, la tension $(E'_1 - E_2)$ ne pourra pas produire le courant I'. La vitesse va donc diminuer, c'est-à-dire E'_1 et $(E'_1 - E_2)$ vont augmenter jusqu'à ce que la valeur de I' nécessaire pour produire le couple demandé soit atteinte. Si nous laissons la manette sur la même touche et que le couple nécessaire diminue par exemple,

le courant I' et $(E'_1 - E_2)$ diminuent, c'est-à dire que la vitesse augmente.

Pour deux vitesses différentes, une vitesse ω_1 et une

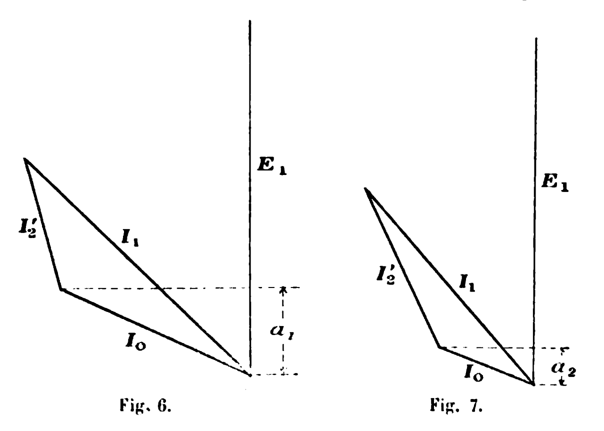


Fig. 6. Fig. 7.

vitesse plus faible ω_2, nous avons le même $(E'_1 - E_2)$, le même I' et le même I_1 pourvu qu'il s'agisse du même

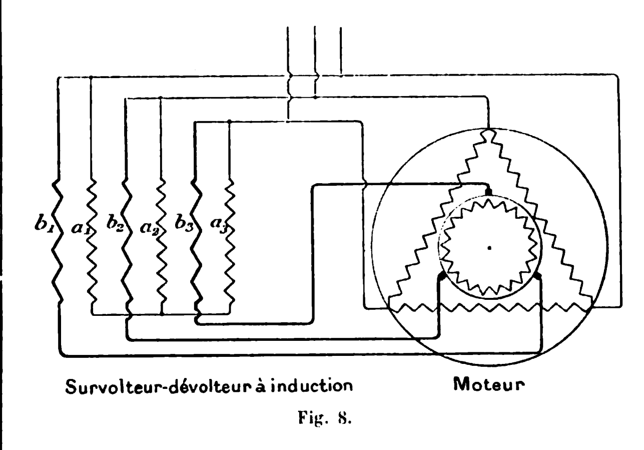


Fig. 8.

couple. C'est E_2 qui varie et E_2 est le plus grand pour la vitesse la plus faible.

Fig. 9. — Vue d'ensemble et coupe longitudinale d'un moteur triphasé de 15 kilowatts avec collecteur pour changement de vitesse.

Fig. 10. — Vue d'ensemble et coupe longitudinale d'un survolteur-dévolteur à induction pour réglage de vitesse d'un moteur de 15 kilowatts.

Dans les deux cas, nous aurons dans le transformateur :

$$E_2 . I' = E'_2 . I'_2,$$

$$I'_2 = \frac{E_2}{E'_2} \cdot I'.$$

E'_2 étant constant, I'_2 est d'autant plus grand que la vitesse est plus faible; si nous nous reportons aux diagrammes (fig. 6 et 7), nous voyons que les puissances seront représentées par a_1 et a_2 et que $a_1 > a_2$. La puissance est donc bien récupérée au travers du transformateur.

Il est à remarquer que si un moteur à basse tension est alimenté par un transformateur, ce dernier pourra toujours servir pour opérer le démarrage et le réglage de vitesse, sans qu'il soit nécessaire d'employer, outre le transformateur destiné à abaisser la tension, un autre transformateur destiné à obtenir le démarrage ou le réglage de vitesse;

La disposition représentée schématiquement figure 1 est celle qui apparait comme la plus simple.

La combinaison représentée figure 8 consiste à employer un survolteur-dévolteur à induction; cet appareil permet de régler la tension d'une manière continue, sans contacts mobiles, et par suite sans qu'il puisse se produire des étincelles, comme cela est le cas avec un appareil à touches; cette disposition est donc particulièrement favorable, lorsqu'on a affaire à des courants aussi intenses que ceux que l'on a l'habitude d'employer dans les rotors des moteurs asynchrones.

Le survolteur-dévolteur se compose d'une partie fixe et d'une partie mobile analogues comme construction au stator et au rotor des moteurs asynchrones. Le simple déplacement angulaire de la partie mobile permet de surélever ou d'abaisser la tension du courant qui passe dans la partie fixe.

a_1, a_2, a_3 représentent l'enroulement de la partie mobile de ce survolteur; b_1, b_2, b_3 celui de sa partie fixe. Les spires a_1, a_2, a_3 créent une excitation qui induit une f. é. m. constante dans b_1, b_2, b_3, mais dont la phase varie suivant la position angulaire de l'induit (fig. 8).

Il est à remarquer que dans cette combinaison E_2 n'est plus en phase avec E_1; si, par conséquent, nous décalons les balais du rotor du moteur, nous modifions le décalage de E'_1. Il semble donc qu'en combinant l'effet du survolteur avec un décalage des balais du moteur, nous pouvons obtenir des résultats plus importants qu'avec le survolteur seul ou des résultats pareils avec un survolteur plus petit.

La figure 9 est une vue d'ensemble et une coupe d'un moteur de 15 kw construit sur les principes exposés ci-dessus; la figure 10 une vue d'ensemble et une coupe du survolteur-dévolteur qui lui est associé.

La Société Alsacienne procède à des essais pour déterminer le résultat que donne la combinaison de ces deux appareils, et nous aurons l'occasion de revenir sur ce point lorsque nous rendrons compte des essais industriels qui ont été effectués avec diverses dispositions. A. Z.

MESURE

DU

GLISSEMENT DES MOTEURS ASYNCHRONES

Le glissement des moteurs asynchrones est certainement leur facteur le plus caractéristique et le plus important à bien connaître. Par contre, sa mesure est fort délicate, du fait que de sa petitesse dépendent en général les deux qualités principales des moteurs, la constance de la vitesse sous charges variables et le rendement de l'organe mobile et que, par suite, les constructeurs s'ingénient à rendre ce glissement très petit. Pratiquement, il est de l'ordre de grandeur des erreurs que l'on commet en mesurant par les méthodes usuelles la vitesse du champ tournant et celle de l'organe mobile, de sorte qu'en faisant la différence des deux nombres obtenus pour ces vitesses on obtient pour le glissement un résultat absolument erroné.

Plusieurs méthodes ont été proposées pour mesurer ce glissement d'une façon plus précise. Entre autres par : M. L. Schüler, en 1897 [1]; M. G. Seibt, en 1901; M. E. Ziehl, en 1901.

Ces trois méthodes nécessitent des appareils spéciaux basés sur le principe des compte-tours (E. Ziehl) ou du disque tournant de Joubert (G. Seibt et L. Schüler). Ces appareils devant être entraînés par les bouts d'arbres des rotors à la façon des compte-tours et tachymètres sont à notre avis pour les grandes vitesses angulaires sujets aux mêmes erreurs. Ils permettent seulement d'opérer plus rapidement et plus simplement.

En 1900, Samojloff [1] proposa une méthode stroboscopique très ingénieuse et absolument exacte basée sur les variations périodiques d'intensité lumineuse de l'arc à courant alternatif.

Cette méthode, très pratique pour les fréquences, nombre de pôles et glissements ordinaires, oblige cependant l'opérateur à se placer dans une demi-obscurité et devient d'autant plus pénible pour lui que la fréquence, le nombre de pôles ou les glissements augmentent. Toujours commode pour indiquer le synchronisme, elle ne l'est plus pour mesurer le glissement quand il est grand (8 à 10 pour 100) ou que la fréquence est élevée (70 périodes par seconde), ou encore le nombre de pôles très grand.

Nous avons alors imaginé la méthode suivante qui, croyons-nous, pourra rendre quelques services aux électriciens et mécaniciens, car elle permet d'opérer en plein jour et donne directement la différence de vitesse entre deux arbres placés à peu près en prolongement et en rotation de même sens ou inverse; et par suite la diffé-

(1) *L'Éclairage électrique*, 12 avril 1902, t. XXXI, n° 15.
(1) *L'Industrie électrique*, 10 janvier 1901, t. IX, n° 117.

rence de vitesse entre les arbres d'un moteur synchrone et d'un moteur asynchrone, c'est-à-dire le glissement indépendamment de la tension, de la fréquence, du nombre de pôles. etc.

Considérons un moteur asynchrone et un moteur synchrone d'abord à même nombre de pôles et en rotation dans le même sens.

Plaçons les arbres à peu près en prolongement et munissons le moteur asynchrone d'un disque de carton divisé suivant un diamètre en deux parties l'une blanche, l'autre noire.

Sur l'arbre du moteur synchrone plaçons de même un demi-cercle noir. Appelons ce dernier obturateur et faisons-le tourner devant le cercle moitié blanc, moitié noir, placé sur le moteur asynchrone. Puis regardons ce dernier cercle au travers de l'obturateur.

Si les vitesses des deux arbres tournant dans le même sens sont voisines sans être égales, il arrivera un moment où l'obturateur occultera exactement le demi-cercle blanc du disque. Et dans le système en rotation l'observateur ne percevra que du noir.

Mais les vitesses n'étant pas les mêmes, le blanc apparaitra peu à peu, l'ensemble s'éclaircira graduellement jusqu'au moment où le blanc sera complètement démasqué par l'obturateur qui ne cachera que le noir du disque. Puis le phénomène continuant l'obturateur éclipsera à nouveau de plus en plus le blanc, le tout s'assombrira jusqu'à ce que le blanc soit encore complètement recouvert par l'obturateur. A cet instant le tout paraît noir. Et pendant le temps qui sépare deux passages au noir les arbres se sont décalés d'un tour. Si on a pris soin de compter ce temps on connaîtra donc le glissement.

On peut compter jusqu'à 150 passages au noir par minute ce qui correspond à un glissement de 10 pour 100 pour un moteur à 4 pôles 50 périodes par seconde, glissement bien supérieur à ceux qu'on rencontre en pratique.

La méthode se prête avec beaucoup de commodité à la mesure précise des glissements très faibles, glissements à vide. Car on peut faire varier à volonté le nombre de passages au noir par tour de glissement. Si l'on en veut n il suffit de diviser le disque en $2n$ secteurs égaux alternativement noirs et blancs et l'obturateur par n secteurs noirs égaux à ceux du disque.

Deux passages au noir se succéderont alors non plus quand les arbres se seront décalés d'un tour mais de $\frac{1}{n}$ tour et par suite on aura n éclats ou n passages au noir par tour de glissement.

Si maintenant les arbres, au lieu d'avoir une rotation de même sens, ont une rotation inverse, on aperçoit une croix noire analogue à celle de Samojloff, mais plus nette et d'une origine tout à fait différente.

Son nombre de bras est indépendant du nombre de pôles il ne dépend que du nombre de secteurs noirs; un disque divisé en quatre secteurs alternativement blancs et noirs donne une croix ordinaire +. Un disque divisé en deux demi-cercles l'un blanc, l'autre noir donne un simple trait noir.

Immobile comme celle de Samojloff quand les deux arbres à rotation inverse sont au synchronisme, cette croix tourne quand ce synchronisme est rompu, lentement dans l'espace, dans le sens de l'arbre à rotation la plus rapide et fait un demi-tour quand les arbres se sont décalés d'un tour.

Son existence s'explique facilement. Considérons les deux arbres en rotation inverse et au synchronisme; prenons pour origine le diamètre sur lequel les deux demi-cercles noirs de l'obturateur et du disque entrent en contact; par suite de la rotation, un petit angle blanc s'ouvre peu à peu sur ce diamètre ayant son sommet au centre et sa bissectrice toujours sur ce diamètre origine. Il grandit jusqu'à 180° et diminue ensuite jusqu'à s'annuler, puis naît aussitôt sur ce même diamètre origine un autre angle blanc opposé par le sommet au premier qui grandit aussi jusqu'à 180° pour diminuer ensuite et s'annuler. Puis naît un troisième angle à la place du premier, un quatrième à la place du second et ainsi de suite. De sorte que par suite de la persistance des impressions sur la rétine, l'œil sur le diamètre de contact ne perçoit que du blanc *puisqu'il* y en a toujours sur ce diamètre sauf à l'instant du contact. Sur le diamètre perpendiculaire il ne perçoit que du noir puisque le blanc n'y parvient qu'au moment où les angles atteignent 180°.

Le système en rotation paraîtra donc formé d'un diamètre noir absolu, un diamètre blanc absolu perpendiculaire au premier. Les diamètres intermédiaires de teinte graduée allant du noir au blanc.

Si maintenant les deux arbres ne sont plus au synchronisme le diamètre de contact se déplacera lentement avec une vitesse proportionnelle à la différence de vitesse, c'est-à-dire au glissement, dans le sens de l'arbre animé de la plus grande vitesse et la croix tournera dans l'espace.

Au lieu de diviser le disque en deux moitiés noire et blanche, on aurait pu encore, comme dans le cas où les arbres tournent dans le même sens, le diviser en n secteurs alternativement blancs et noirs et constituer l'obturateur par $\frac{n}{2}$ secteurs noirs. Dans ce cas la croix paraît formée de n rayons noirs, mais exécute encore une demi-révolution par tour de glissement. On peut alors mesurer comme précédemment des glissements très faibles puisqu'on a $\frac{n}{2}$ passages des bras devant un repère fixe quand les arbres se sont décalés d'un tour.

Tout ce qui a été dit jusqu'ici suppose le même nombre de pôles aux deux moteurs synchrone et asynchrone. L'expérience suivante montre qu'on peut avec un moteur synchrone de n pôles, mesurer le glissement des moteurs asynchrones de $\frac{n}{2}$. n et $2n$ pôles.

Si, les deux arbres munis du disque et de l'obturateur

étant au synchronisme, on en ralentit un graduellement jusqu'à l'arrêt, on constate que la croix qui est immobile au synchronisme tourne de plus en plus vite à mesure que le glissement augmente; elle possède bientôt une rotation si rapide qu'elle n'est plus perceptible. Le glissement augmentant toujours, elle finit par reparaître animée d'une rotation très rapide en sens inverse; sa vitesse diminue de plus en plus, et, à un certain moment, elle est immobile. On constate qu'elle a un nombre de bras double de précédemment, elle est aussi moins nette mais bien suffisamment pour qu'on puisse compter son nombre de tours. A ce moment les arbres sont au demi-synchronisme. Et par suite, nous pouvons avec un moteur synchrone de n pôles, mesurer le glissement des moteurs asynchrones à $\frac{n}{2}$. n et $2n$ pôles.

Si les arbres étant au demi-synchronisme on augmente encore le glissement, la croix de $2n$ bras change à nouveau son sens de rotation, sa vitesse s'accélère et elle finit par disparaître pour revenir avec $4n$ bras animée d'une rotation très rapide de nouveau intervertie qui diminue jusqu'à l'arrêt pour le quart de synchronisme. Et ainsi de suite, la croix apparaissant de moins en moins nettement et avec un nombre de bras de plus en plus grand, quand on passe au $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$ de synchronisme, etc.

Il est à remarquer que le moteur synchrone n'a aucun effort et aucune puissance à développer, il peut donc être très petit et d'un rendement quelconque.

Nous nous sommes fort bien trouvé de l'emploi du petit moteur synchrone récemment étudié par M. Hospitalier pour son ondographe et qui peut être facilement construit dans tout laboratoire (¹). Nous amenions ce moteur à une vitesse supérieure au synchronisme en tirant vivement sur une ficelle préalablement enroulée sur l'extrémité de l'arbre, puis lancions le courant dans l'enroulement au moyen d'un interrupteur.

A. Meynier.

(¹) *L'Industrie électrique*, 10 décembre 1901, t. X, n° 239.

NOUVELLE INSTALLATION

DE

TURBO-ALTERNATEURS PARSONS

A NEWCASTLE

L'installation comportait au début 4 turbo-alternateurs Parsons de 75 kw et 2 turbo-générateurs de 400 kw à courant continu, installés depuis deux ans pour la fourniture d'énergie à 500 volts.

On y ajoute en ce moment 2 turbo-générateurs à courant continu de chacun 1000 kw.

En résumé l'usine comporte donc 2000 + 800 + 300, soit 3100 kw, distribués sur une *surface ne dépassant pas 400 m²*.

Il y a deux installations de condenseurs séparées : une à surface pour les charges modérées; l'autre à injection pour les charges importantes.

Cette dernière pouvant condenser 22 000 kg de vapeur par heure.

Le tableau suivant donne, sous forme aussi condensée que possible, toutes les caractéristiques des deux nouveaux groupes électrogènes :

Puissance	1000 kw.
Tension	500 volts.
Vitesse angulaire	1800 t:m.

Chaque machine électrique est composée en réalité de 2 dynamos de 500 kw de puissance, pouvant fonctionner indépendamment, et de construction absolument identique, pour épargner les réserves.

La *construction des turbines* comporte les derniers perfectionnements de Brown. Elles sont à simple expansion, chaque turbine commande par vis sans fin une pompe à huile servant au graissage par huile sous pression; la poussée latérale est équilibrée par des colliers de butée spéciaux.

En dehors du réglage de la vapeur par régulateur mécanique, il existe un régulateur électrique à solénoïde actionné par le courant principal, qui maintient automatiquement la tension constante à toutes les charges (bien que les machines ne soient pas compoundées).

Le jeu de ce régulateur est le suivant : si la tension s'élève au-dessus de la normale par suite des variations de la charge, il en résulte l'abaissement du noyau du solénoïde et l'élévation proportionnelle du petit piston suspendu à l'extrémité opposée d'un levier; ce piston laisse la vapeur qui maintient en action la valve du régulateur s'échapper plus rapidement et la valve se ferme légèrement. En cas de chute de tension, le solénoïde produit l'effet contraire, et son fonctionnement est si rapide et si parfait que la tension ne s'écarte jamais de la normale de plus de 2 pour 100.

Les *dynamos* présentent, outre leur construction tout à fait moderne et leur excellente ventilation, des particularités intéressantes et qu'il faut citer :

Les porte-balais sont commandés automatiquement à partir du cylindre de vapeur, de sorte qu'ils sont toujours calés sur le collecteur à l'angle voulu, quelle que soit la charge.

Nous avons indiqué les faibles dimensions de l'usine, dues aux dimensions très réduites de tous les groupes turbo-générateurs. Nous signalerons ci-dessous les dimensions des turbo-générateurs de 1000 kw dont nous venons de parler.

Encombrement en surface. — La surface couverte n'atteint pas 22 m², étant un rectangle de 11,75 m × 1,80 m.

Les poids sont proportionnellement réduits : les pièces es plus lourdes sont les suivantes :

Fond de cylindre	5,25	tonnes.
Cylindre	3,5	—
Arbre.	2,5	—
Induit	5	—

Les essais de consommation ont été faits aux ateliers dans les conditions que résume le tableau suivant, à environ 10 pour 100 au-dessous de la pleine charge. Les consommations seraient donc encore réduites si on avait pu charger entièrement les machines. On estime qu'avec un vide de 68 cm et une surchauffe de 114°C la consommation serait d'environ 8 kg par kw-h.

Quoi qu'il en soit, les seuls chiffres constatés sont les suivants, ils confirment entièrement les prétentions des constructeurs de turbines à réaliser par celles-ci une économie de marche tout à fait comparable à celle des machines à piston.

VITESSE EN TOURS PAR MINUTE.	PRESSION A LA VANNE DE VAPEUR EN KG PAR CM².	CENTIMÈTRES DE VIDE.	SURCHAUFFE EN DEGRÉS C.	TENSION EN VOLTS.	PUISSANCE MOYENNE EN KW.	CONSOMMATION D'EAU	
						EN KG PAR HEURE.	EN KG PAR KW-H.
1690	9,6	66	39,7	500	1011,6	9878	9,75
1680	9,8	66	47,7	500	909,0	8455	9,50
1700	9,9	66	70,7	500	894,6	8070	8,75
1660	10,1	66	73,2	500	890,7	7735	8,60
»	10,1	66	74,7	500	882,9	7800	8,70
1700	10,2	66	75,7	500	874,04	7715	8,70
»	10,2	66	75,7	500	901,06	7950	8,70
1680	10,2	66	75,4	500	896,7	7860	8,65
1640	9,9	66	75,4	500	862,2	7485	8,60
»	9,9	67	73,7	500	877,2	7635	8,60
1640	10,2	66	72,7	500	944,17	8135	8,30
1660	9,8	66	78,7	500	986,6	8375	8,25
1710	9,3	66	80,7	500	942,5	7980	8,20
1710	9,3	66	100,7	500	942,6	7955	8,20
»	9,8	67	97,7	500	878,06	7205	8,17
1710	10,2	67	123,7	500	863,28	7040	8,00
»	10,2	67	131,7	500	897,84	7235	7,85

SUR LE VIEILLISSEMENT DES ACIERS DOUX

Dans une très intéressante communication faite à la Société des Électriciens sur la constitution des aciers et ses relations avec leurs propriétés électriques et magnétiques, M. Charpy, parlant du *vieillissement* des aciers, dit qu'il est encore impossible de donner des explications théoriques sur cette question, et que de nombreux essais lui ont simplement indiqué ceci : les aciers Martin ne vieillissent pas, les aciers Bessemer vieillissent; et il ajoute qu'*il ne croit pas que cette distinction soit caractéristique et qu'il n'y attache aucune valeur pratique*; cette déduction peut sembler inattendue et difficilement acceptable; il serait plus rationnel selon nous d'admettre la loi expérimentale obtenue malgré lui par M. Charpy :

Les aciers Martin ne vieillissent pas, les aciers Bessemer vieillissent.

Et cette loi présente l'avantage d'être simple et susceptible d'applications immédiates, permettant d'éliminer dans certains cas l'emploi des aciers Bessemer à l'avantage des aciers Martin. (Exemple : le cas d'un induit de dynamo prédéterminé avec l'élévation de température maxima admissible).

Il est peut-être possible de comprendre cette différence au point de vue du vieillissement des métaux Bessemer et Martin en tenant compte de ce que le procédé Bessemer agit par *émulsion* et le procédé Martin par *fusion tranquille*.

Si l'on admet qu'un acier doux est un mélange de ferrite et de perlite, on peut comparer sa constitution à celle d'un mélange d'huile (jouant le rôle de ferrite) et d'eau (jouant le rôle de perlite), l'eau étant en proportion minime; ce mélange d'huile et d'eau étant émulsionné, l'huile se sépare en un grand nombre de gouttelettes séparées les unes des autres par une fine pellicule d'eau; mais par le repos, les gouttelettes voisines se soudent aux points où l'épaisseur de la pellicule d'eau était la plus faible et la surface de contact augmente petit à petit, l'eau interposée se rassemblant dans les régions où les distances entre les gouttelettes d'huile sont les plus grandes; par analogie, on peut admettre que dans le procédé Bessemer l'introduction d'air procure un métal émulsionné composé de petits grains de ferrite (huile) séparés les uns des autres par une fine pellicule de perlite (eau); l'arrivée d'air supprimée, les grains de ferrite voisins se souderaient aux points où l'épaisseur de la pellicule de perlite est la plus faible, et la surface de contact augmenterait petit à petit par suite des actions capillaires développées; mais ces actions disparaîtraient bientôt par suite du refroidissement du métal et l'on aurait finalement un métal composé de petits grains de ferrite soudés partiellement entre eux et, par suite, la réluctivité de ce métal pourrait être assez faible; la perlite interposée (eau) se trouverait rassemblée dans les régions où les distances entre les gouttelettes de ferrite sont les plus grandes; et chaque agglomération de perlite conserverait des projections radiales constituant des amorçages pour la séparation éventuelle des grains de ferrite. Par la suite, ces amorçages aideraient à une nouvelle séparation des grains de ferrite (vieillissement), lorsque ces grains subiront des variations de volume ou seront mis en vibration sous l'influence de causes quelconques. Un chauffage ultérieur pourrait souder à nouveau ces grains (rajeunissement), et ainsi de suite.

La préparation de l'acier Martin, comportant une fusion tranquille et de durée relativement longue, permettrait au contraire aux petits grains de ferrite (s'il s'en forme à un moment donné) de se rassembler d'une façon plus parfaite; on comprend même que les agglomérats de perlite soient à peu près complètement chassés d'entre les petits grains de ferrite : en effet, les actions capillaires exercées entre les grains de ferrite tendent à les souder entre eux, et la perlite des agglomérats se trouvant ainsi comprimée de plus en plus, finit presque toujours par se

trouver expulsée d'entre les grains par suite d'une dissymétrie quelconque dans la résistance des différents chemins qui lui sont offerts; finalement, les grains de ferrite se rassemblent en grains plus gros et les agglomérats de perlite en agglomérats plus importants en général trop éloignés les uns des autres et répartis trop dissymétriquement pour procurer des amorçages à une division éventuelle. PAUL GIRAULT.

ESSAIS EFFECTUÉS SUR DES TRAINS ÉLECTRIQUES

DU

MÉTROPOLITAIN DE PARIS

Dans l'étude consacrée au Métropolitain de Paris, dans notre avant-dernier numéro, nous avons reproduit, d'après la conférence de M. Détroyat, le chiffre de consommation de 43 watts-heure par tonne-km trouvé expérimentalement, sans faire connaître la nature et les conditions des essais qui ont conduit à ce chiffre. Nous croyons d'autant plus intéressant d'y revenir qu'en dehors de la consommation qu'ils nous font connaître, les essais offrent un ou deux autres motifs d'intérêt, surtout si nous en rapprochons les essais faits depuis sur les équipements nouveaux à 4 ou à 8 voitures.

Nous nous bornerons à indiquer les conditions des divers essais et à reproduire les courbes obtenues, qui se comprennent d'elles-mêmes et peuvent se passer de commentaires étendus.

La courbe 1 se rapporte à un train de 4 voitures, dont une automotrice équipée de 2 moteurs Westinghouse de

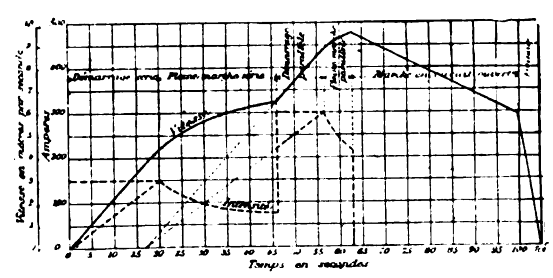


Fig. 1. — Train à 4 voitures, dont 1 automotrice à 2 moteurs de 100 chevaux. (Accélération faible.)

100 chevaux chacun. On déduit de l'étude de ces résultats que la dépense spécifique est de 49 watts-heure par tonne-km, et on conclut approximativement des données d'essais que la proportion de cette énergie afférente aux résistances est de 19 pour 100.

Si maintenant on examine la courbe théorique donnée par M. Détroyat et représentée dans la figure 2, qui correspond, d'après lui, à une accélération de 0,55 cm par seconde par seconde au lieu de 0,215, on trouve que la dépense spécifique n'est plus que de 44 watts-heure par tonne-km, et que la consommation dans les résistances n'en représente plus que le 1/10e.

Cela donne un exemple du bénéfice qu'on peut retirer de l'emploi d'une accélération élevée. Mais il est facile de juger combien il serait plus élevé encore, si on faisait

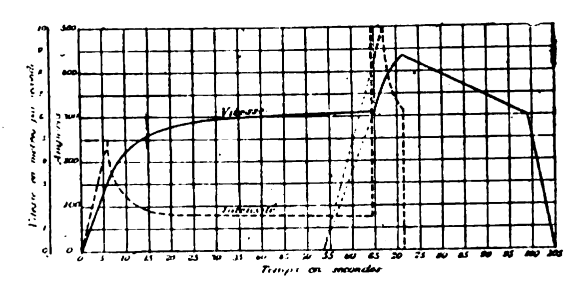


Fig. 2. — Train à 4 voitures, dont 1 automotrice à 2 moteurs de 100 chevaux. (Accélération élevée.)

suivre plus rapidement et presque immédiatement l'accélération en marche série de l'égale accélération en couplage parallèle, au lieu de les séparer par une longue période de marche à demi-vitesse; et si, par conséquent, à la faveur de la vitesse double rapidement atteinte, on prolongeait la marche en vitesse acquise et sans courant qui a, sur les régimes qu'on réalise, l'avantage de ne

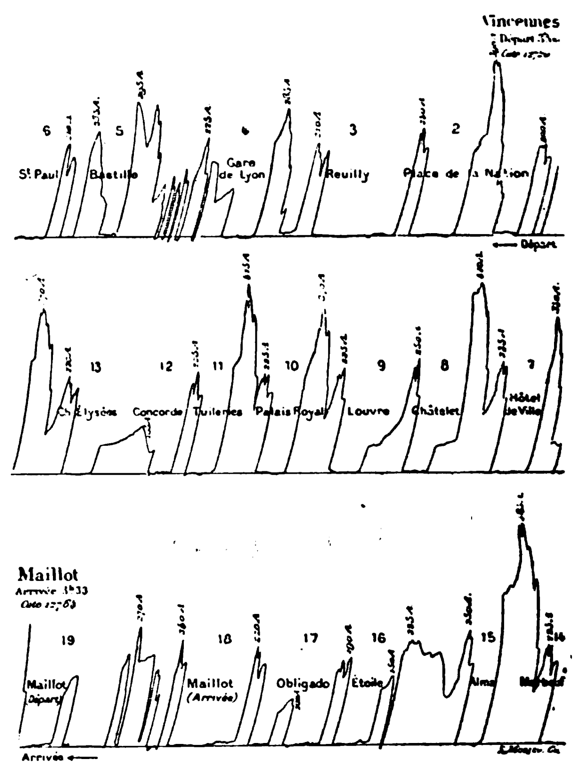


Fig. 3. — Intensité correspondant à un train de 60 tonnes pendant un trajet.

consommer aucune énergie et de réduire celle qu'absorbe finalement le freinage.

Il est vrai que l'équipement considéré, bien proportionné pour le régime d'accélération adopté figure 1, l'est mal pour le régime d'accélération de la figure 2. Et si on

passait rapidement du couplage série au couplage parallèle comme le commande l'économie, on aurait, au commencement de la période de marche en parallèle, une intensité plus que double de celle de la première période, c'est-à-dire dépassant 500 ampères, limite que s'est assignée l'auteur de la courbe 2, dans son calcul théorique.

On réaliserait une économie sensible sur les consommations de la figure 2, en proportionnant les moteurs et

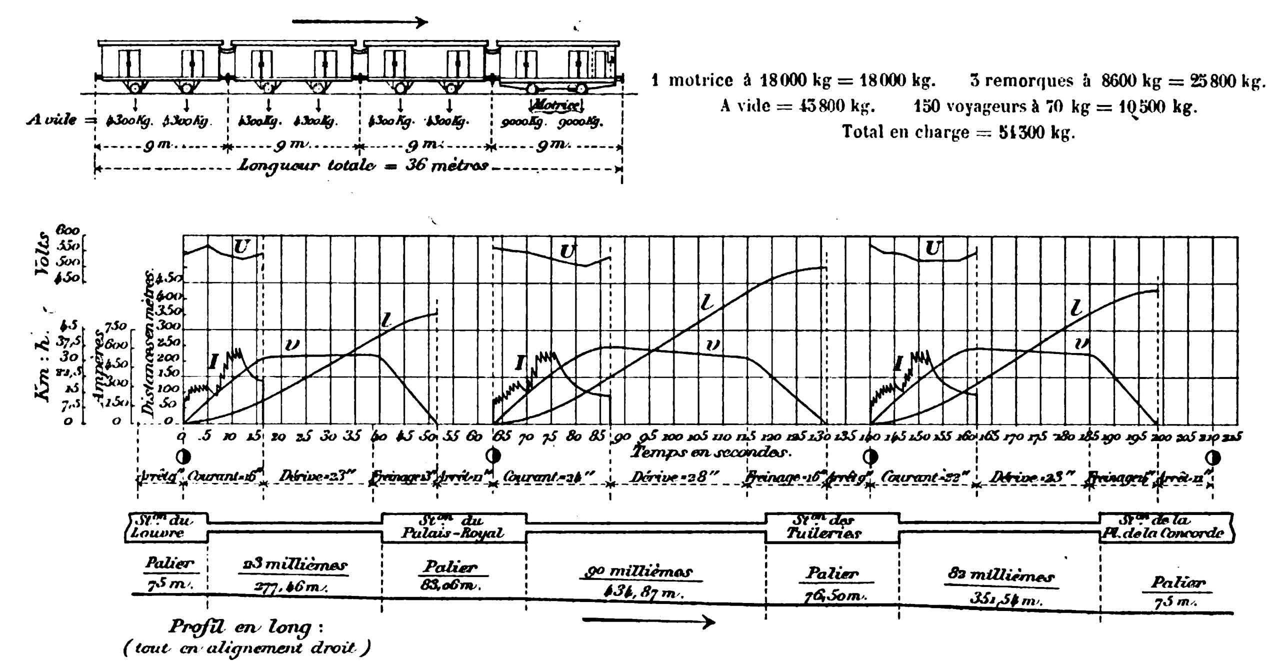


Fig. 4. — Train à 4 voitures dont 1 automotrice.

leurs résistances aux intensités plus considérables qu'exigent des accélérations plus élevées.

Les courbes 4 et 5, relevées sur les équipements Thomson-Houston dans les conditions respectives indi-

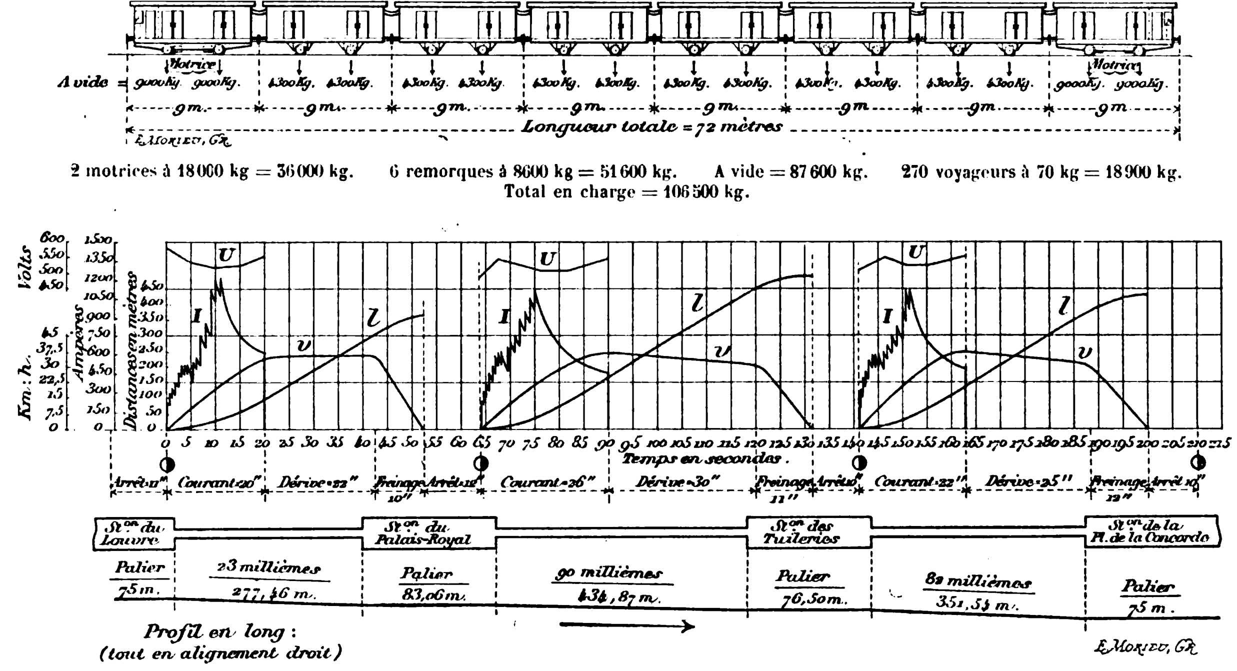


Fig. 5. — Train à 8 voitures dont 2 automotrices.

quées par leurs légendes, réalisent une accélération presque continue jusqu'à la pleine vitesse, et à peu près égale pour les équipements à 4 et 8 voitures. Nous ne nous étendrons pas davantage sur ces différentes courbes et laisserons à nos lecteurs le soin de les examiner.

L'opportunité qu'il peut y avoir à pousser plus ou

moins loin l'accélération des trains dépend d'ailleurs des ressources des usines en puissance et en élasticité, pour faire face aux à-coups de courant résultant des démarrages. Pour un train de 60 tonnes du premier type, l'enregistrement des intensités pendant son parcours a donné le résultat représenté figure 3. La non-concordance des pointes correspondant aux nombreux trains d'un réseau actif est une circonstance heureuse et qui concourt grandement, ainsi que les accumulateurs, à réduire les à-coups de charge à l'usine.

Des courbes 4 et 5 peuvent aisément se déduire des diagrammes analogues à celui de la figure 3, et un horaire permettrait facilement de totaliser les consommations et de constater l'atténuation considérable qui résulte, pour les à-coups de charge, du nombre assez grand de trains. Il serait *a fortiori* plus avantageux de réaliser le même service, si le block-système le permettait, avec des trains plus légers se succédant avec une plus grande fréquence. Il est regrettable que ce perfectionnement soit de réalisation si difficile. A. B.

ERRATUM. — Par suite d'indications insuffisantes et mal interprétées à la gravure, il s'est glissé, dans les figures 4 et 5, des erreurs relatives aux pentes données sur les profils en long. Les deux pentes extrêmes indiquées sur ces profils sont exactes, mais la pente comprise entre la station du Palais-Royal et la station des Tuileries est 0,9 millième, soit 90 cm par km, et non pas 90 millièmes, comme l'indiquent les figures 4 et 5. Des erreurs de ce genre seraient évitées si les pentes étaient données simplement en millièmes, aux lieu et place des indications surannées et désuètes transmises et conservées par la tradition, c'est-à-dire la routine.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les téléphones de Tunbridge Wells. — Comme on s'y attendait, le Postmaster General a refusé de reconnaître le droit du Conseil municipal d'organiser son réseau téléphonique à sa manière, à cause des questions nationales qui y sont mêlées, comme nous l'avons expliqué dans notre dernière correspondance. La décision qui fut prise à la Chambre des Communes, le 11 courant, ne permet l'exploitation qu'à la condition que la nation ait le droit d'acquérir le système en 1911, lorsque le monopole de la *National Telephone C°* expirera. On a annoncé que la Compagnie a consenti à ces conditions, mais il reste à savoir si le Conseil municipal ne se retirera pas de cet arrangement. La transaction entière est une révélation curieuse de l'état présent de l'industrie municipale en Angleterre, et on craint que les affaires n'y soient pas si bien conduites qu'on voulait bien le dire.

Le chemin de fer du tunnel de la Mersey. — Le terme du contrat pour l'équipement électrique de ce chemin de fer expirera le 15 janvier prochain, et on pense qu'on finira l'ouvrage avant cette époque-là. La ligne qui, jusqu'à présent, a été exploitée par la vapeur, est à double voie, et elle s'étend de la gare Centrale à Liverpool, où elle aboutit à une station souterraine sous Liverpool et le fleuve Mersey; elle monte ensuite graduellement jusqu'au niveau de la côte de Cheshire, et sa longueur totale est de près de 6 km.

On a placé la station de production à Birkenhead, en face de Liverpool; elle contiendra trois générateurs, chacun de 1200 kw, et deux de 200 kw chaque. Ils sont construits par la *British Westinghouse C°*, chacun sera directement couplé à une machine Westinghouse du type marin. L'installation pour la production de la vapeur consiste en neuf chaudières tubulaires Stirling, qui seront alimentées de charbon au moyen d'un appareil spécial. On a relié électriquement la voie entièrement au tunnel, qui est métallique, et on a mis un troisième rail entre chaque voie. Les câbles arriveront à la voie par les puits de ventilation.

Les voitures, construites par *Milnes and C°*, sont au nombre de 57; elles ont une longueur de 20 m. Les voitures à moteurs recevront les bagages, et les voitures remorquées sont divisées en trois compartiments, dont le milieu contient 16 places assises disposées en largeur et les bouts 22 places disposées en longueur, soit 60 voyageurs en tout.

On se propose d'avoir un service de trains à trois minutes d'intervalle toute la journée entre Liverpool et Birkenhead, et un service un peu moins fréquent aux stations plus éloignées.

Les progrès de la télégraphie sans fil. — Le rapport de la *Marconi International Marine Communication C°*, qui fut présenté à la réunion annuelle le 9 courant, dit que, pendant l'année passée, les opérations de cette Compagnie ont été grandement étendues, et plusieurs stations emploient dès maintenant, pour entrer en communication avec les bateaux installés, des appareils Marconi. On a reçu des commandes du Lloyd's (agence d'assurance) en vue d'équiper plusieurs de ses stations de signaux, et on a passé un marché avec le gouvernement du Canada pour l'équipement et l'entretien de stations de télégraphie sans fil sur la côte du Canada.

On a de plus passé des contrats avec le gouvernement belge pour que les stations de la côte et neuf des bateaux qui font la traversée entre Douvres et Ostende soient équipés d'appareils de télégraphie. De même on a aussi conclu un arrangement avec le gouvernement de l'État libre du Congo, et par suite on est en train d'ériger deux stations, l'une à Banana et l'autre à Angola. Pendant l'année, les services de transport américains Allan et Atlantique ont adopté le système Marconi, et ceci assure pratiquement à la Compagnie la clientèle de l'Atlantique, et on prévoit que, lorsqu'on aura aménagé plusieurs stations sur la côte, d'autres Compagnies maritimes de l'Atlantique se serviront de ce système.

L'Institution of Electrical Engineers. — Le 4 courant, le discours annuel du président, M. James Swin-



burne, fut lu devant cette Société. Le titre fut : « Quelques limites dans les conceptions électriques », et on peut certainement dire que cette thèse fut remarquable.

On considéra le discours comme déjà lu, et le président se contenta de discuter sur ce sujet. Il est presque impossible de donner un résumé succint de cette communication qui englobait un champ énorme, mais il faut dire que le discours commença avec une dissertation générale sur la science et le génie et leurs relations l'une avec l'autre. Ensuite le président traita des méthodes employées pour recueillir l'énergie, et, entre autres, il condamna la force des marées comme impraticable, et l'énergie électrique tirée directement du charbon comme un rêve. Il attribua une valeur fictive à l'énergie des chutes d'eau en général. Puis il traita des limites des machines à vapeur et à gaz, et il montra quel grand champ de recherches il y avait encore pour leurs perfectionnements respectifs, tandis que pour les dynamos et transformateurs, nous étions arrivés presque tout de suite à la limite. Quant aux batteries secondaires, il montra que celles-ci sont limitées chimiquement, et qu'il n'y a que peu de chances d'obtenir une grande amélioration, tandis que dans les canalisations il y avait encore des progrès à faire pour le perfectionnement de l'isolation. Ensuite il traita de la question des lampes électriques, et le président considéra que l'arc était encore susceptible d'être amélioré, étant donné qu'on ne l'avait pas étudié à tous les points de vue; de même il y avait plus de possibilités de faire des progrès du côté des lampes du type Nernst.

L'orateur embrassa divers autres points de vue, et traita particulièrement de la question d'électricité chimique, l'auteur étant une autorité sur la métallurgie. Il considéra que les applications de cette science importante sont généralement limitées par l'ignorance des intéressés.

Un appareil électrique avertisseur par les temps de brouillard. — Dans ce pays de brouillards on a fait plusieurs essais en vue de se passer du système de pétards déposés à la main sur les voies de chemins de fer, à cause de la dépense résultant de l'entretien d'une équipe d'employés organisée spécialement pour cela. La seule autre solution paraissait être de transmettre automatiquement au mécanicien un signal parti de la cabine aux signaux, et quoique plusieurs personnes aient pris des brevets d'invention pour de tels appareils, ils n'ont pas bien réussi en pratique, à cause de la difficulté d'assurer toujours de bons contacts par temps humide.

Maintenant on a indiqué une autre méthode et la *Great Central Railway C°* fait des essais sur une portion de sa ligne. Le principe de cette invention est que le détonateur est placé automatiquement sur la voie — la manœuvre électrique étant faite de la cabine de signaux la plus voisine. Grâce à ce moyen il est seulement nécessaire de maintenir une provision suffisante de détonateurs dans le magasin de la voie, ce qui supprime ainsi une équipe d'employés qui coûte beaucoup plus qu'il n'est nécessaire.

Le câble du Pacifique. — Enfin ce grand projet a été achevé et le Canada est maintenant en communication directe, *viâ* le Pacifique, avec l'Australie, par un câble qui est tout à fait la propriété de l'Angleterre. Il y a quelques jours, à la Chambre des Communes, le *Postmaster General* a donné une description de l'installation et a fait l'inauguration du câble par la transmission de messages. Il paraît qu'on n'a éprouvé aucune difficulté avec ce câble, et que les épreuves pour l'isolation et la conductibilité furent parfaitement satisfaisantes.

On avait organisé une série d'essais de vitesse sur la section Vancouver-Fanning, et ceux-ci montrèrent que le câble pouvait transmettre 85 lettres par minute en manipulant à la main, 100 lettres par l'exploitation automatique et 168 lettres (84 lettres en chaque direction) avec l'exploitation duplex. Ces épreuves dépassèrent les prévisions des experts qui s'inclinèrent devant la Commission du Câble pacifique.

On a envoyé plusieurs messages tout autour du monde au moyen des câbles possédés par l'Angleterre exclusivement. Un message de Brisbane, *viâ* les câbles Pacific et Commercial, est arrivé à Londres en 18 m, et de Londres à Brisbane *viâ* la ligne Eastern Extension la durée fut de 5 h. Un journal de Londres a aussi envoyé un message autour du monde. Ce message est parti du bureau d'une Compagnie de câble et il est revenu à un bureau de l'autre côté de la rue en 7 h 10 m. Ainsi la prophétie de Puck, dans Shakspeare, se trouve réalisée.

La mise en communication d'établissements particuliers avec les postes de pompiers. — Jusqu'à présent la *Metropolitan Fire Brigade* s'est opposée entièrement à la proposition qui a été faite par plusieurs quartiers dans le but d'autoriser la connection de systèmes électriques d'alarme particuliers contre l'incendie au tableau général d'alarme des stations de pompiers. A la suite d'une enquête sur un grand incendie à Queen Victoria Street, l'affaire fut discutée de nouveau, mais sans succès, et on sait que certaines personnes de la *Fire Brigade* sont les propriétaires de brevets d'invention qui souffriraient si on faisait cette innovation.

Les autorités à Glasgow n'ont pas l'esprit si borné, et les contribuables qui ont le système d'alarme d'incendie de May-Vatway sur leurs maisons ont reçu l'autorisation de se relier directement avec les postes de pompiers. Ceci a eu un excellent résultat, en particulier la réduction des primes d'assurance.

Le système mentionné consiste en un fil en cuivre qui est tendu au-dessus d'un morceau de fer plat, et fixé près des plafonds des chambres. Lorsqu'une chaleur soudaine se manifeste, le fil s'étend, et la courbure du milieu établit un contact électrique qui actionne une cloche. Afin d'empêcher ce résultat pendant une hausse graduelle de la température, comme par exemple pendant l'été, certaines dispositions ingénieuses ont été prévues. C. D.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 17 novembre 1902

Sur l'analogie entre les rayons X et les oscillations hertziennes. — Note de M. P. Duhem. — On sait que Helmholtz a donné, de la propagation des ondes dans les milieux diélectriques, une théorie qui admet l'existence non seulement d'ondes transversales, mais encore d'ondes longitudinales; la vitesse de propagation de ces dernières dépend de la valeur du coefficient k.

Dans diverses publications (¹), nous avons proposé une détermination de ce coefficient k. Cette détermination conduit aux conclusions que voici (²) :

Les ondes électromagnétiques transversales se propagent dans les milieux diélectriques suivant les lois de la théorie électromagnétique de la lumière.

Les ondes électromagnétiques longitudinales se propagent dans tous les milieux diélectriques avec une même vitesse, égale à la vitesse de la lumière dans le vide; elles se propagent aussi avec cette même vitesse dans les conducteurs parfaits.

Dans notre enseignement, nous avons, à plusieurs reprises, fait remarquer l'analogie qui semble exister entre les oscillations électriques longitudinales régies par ces lois et les rayons X. Sans nous faire illusion sur le caractère conjectural de cette analogie, nous avons cru intéressant de la rappeler au moment de la publication des belles expériences de M. Blondlot.

Sur les électrodes bipolaires. — Note de MM. André Brochet et C.-L. Barillet, présentée par M. Moissan. — Nous avons été amenés à étudier comment se comporte une électrode bipolaire lorsqu'elle ne forme pas cloison étanche et, d'une façon générale, quelle est l'influence d'une masse métallique placée dans un électrolyseur et ne communiquant pas avec les électrodes.

Dans une première série de recherches nous avons pris comme électrolyte le sulfate de cuivre, en raison de la facilité de sa décomposition et de l'exactitude avec laquelle on peut se rendre compte qualitativement et quantitativement de la marche de l'électrolyse.

L'augmentation du poids de la cathode permet de déterminer la quantité d'électricité qui a traversé l'électrolyseur. Les résultats que nous publions aujourd'hui ont été obtenus au moyen d'une électrode bipolaire en platine, l'interélectrode, le côté de cette lame en regard de l'anode étant l'intercathode, le côté face à la cathode, l'interanode.

L'augmentation de poids de la lame de platine correspondant au cuivre déposé sur l'intercathode permet d'évaluer la quantité d'électricité ayant traversé cette lame.

Pour une surface déterminée de l'interélectrode en rapport avec les constantes de l'électrolyseur, on remarque qu'il ne se forme, au-dessous d'une certaine densité de courant, aucun dépôt sur la lame de platine, celle-ci se comportant comme une lame non conductrice et n'ayant d'autre résultat que d'augmenter la résistance ohmique du bain et la tension aux bornes de l'électrolyseur. Mais à partir d'une densité de courant déterminée, correspondant dans tous les cas à une différence de potentiel aux bornes supérieure à la tension de décomposition du sulfate de cuivre, une certaine quantité d'électricité traverse la lame de platine, ce qui est démontré par le dépôt de cuivre sur l'interanode et un dégagement gazeux sur l'intercathode.

Le dépôt de cuivre affecte des contours variables suivant la déformation du flux de courant produite par l'électrode bipolaire; dans les conditions des expériences présentes nous avons toujours eu un cercle au centre de l'intercathode.

Si nous augmentons le rapport entre la surface de la lame et la section de l'électrolyseur, on remarque que pour une même densité de courant le dépôt sur l'intercathode et la différence de potentiel aux bornes sont plus considérables.

Il ne suffit pas que la différence de potentiel aux bornes soit supérieure à la tension de décomposition pour que le courant traverse la bipolaire, il faut encore que le rapport des surfaces soit assez élevé; d'ailleurs, sauf le cas où ces surfaces sont presque de mêmes dimensions, le rapport entre la quantité d'électricité traversant la bipolaire et la quantité fournie à l'électrolyseur est toujours très faible, ce qui se conçoit aisément, les lignes de courant passant de préférence par le conducteur liquide, en raison de la résistance apparente présentée par l'interélectrode, du fait de la tension de décomposition et autres phénomènes dus à la polarisation.

Dans le tableau ci-dessous nous avons réuni quelques résultats obtenus pour un écart de 4, 8 et 12 cm entre des électrodes de 13,5 cm de côté.

Les valeurs placées dans les colonnes U indiquent les tensions aux bornes en volts; les valeurs des colonnes D indiquent, en millimètres, le diamètre du cercle de cuivre. Il y a lieu de remarquer que les dépôts obtenus avec moins de 2 volts sont insignifiants comme épaisseur.

	12 cm.		8 cm.		4 cm.	
I.	U.	D.	U.	D.	U.	D.
amp.	volts.	mm.	volts.	mm.	volts.	mm.
4,0	3,4	50	2,82	50	1,80	30
3,5	»	»	»	»	1,66	25
3,0	2,7	25	2,16	18	1,34	15
2,5	»	»	1,79	14	»	»
2,0	1,83	17	1,45	insignifiant	»	»
1,5	1,38	insignifiant	»	»	»	»

(¹) *Sur l'interprétation théorique des expériences hertziennes. L'Éclairage électrique*, 1895, t. IV, p. 494.

(²) *Sur la théorie électrodynamique de Helmholtz et la théorie électromagnétique de la lumière. Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, 1901, série II, t. V, p. 227.

Quant à la quantité d'électricité qui a traversé l'interélectrode, elle est toujours très faible. C'est ainsi qu'avec une distance de 12 cm entre les électrodes et pour une intensité de 4 A, c'est-à-dire dans les meilleures conditions du tableau précédent, le dépôt pendant 1 heure n'est que de 0,11 g sur l'interélectrode, alors qu'il est de 4,46 g sur la cathode. Il n'est donc passé au travers de la bipolaire que 2,5 pour 100 du courant fourni à l'appareil. Avec une électrode n'ayant que 7,5 cm, le dépôt n'est que 0,02 g, ce qui correspond à moins de 0,50 pour 100 du courant total.

Passons brièvement en revue quelques points intéressants que nous étudierons plus complètement dans une autre publication, en y joignant le détail de nos expériences.

1° Si au lieu d'une électrode bipolaire nous en mettons deux, à densité de courant égale la tension est plus élevée et le dépôt plus faible. De plus, ce dépôt est plus important sur l'interélectrode voisine de l'anode.

2° Si l'on déplace une électrode bipolaire soit vers l'anode, soit vers la cathode, on constate que la tension aux bornes diminue.

3° Si l'on déplace une électrode bipolaire en maintenant l'intensité constante, on remarque que la surface du dépôt augmente et que son épaisseur diminue si on la rapproche de l'anode; au contraire, la surface du dépôt diminue, mais son épaisseur augmente si on la rapproche de la cathode.

4° Si l'on prend comme interélectrode une lame de platine dont le côté anode a été recouvert préalablement d'une couche de cuivre, l'interanode agissant comme électrode soluble, il se forme sur l'intercathode un dépôt sensiblement uniforme, puis, lorsque le métal anodique est complètement disparu, la tension aux bornes s'élève presque instantanément et le cuivre déposé sur les bords de l'intercathode se dissout peu à peu; finalement il reste sur l'intercathode un cercle plus grand que celui obtenu par dépôt direct. Entre le cercle ainsi rongé et le cercle formé par le dépôt pendant la marche régulière se trouve un anneau correspondant à une zone neutre. Ce fait s'explique également d'après ce que nous avons dit précédemment : une ligne de courant, pénétrant par la partie centrale de la lame de platine par le côté intercathode, sortira plutôt par les bords de cette face, lorsqu'il s'y trouve encore du cuivre, que par le côté interanode.

5° Si l'on répète l'essai précédent dans des conditions telles que la tension aux bornes soit inférieure à la tension de décomposition du sulfate de cuivre, le même fait se produit, et le cuivre s'accumule au centre de l'intercathode, puis l'action s'arrête, le poids de la lame restant invariable pendant la durée de l'expérience.

Dans une prochaine note nous étudierons ce qui se passe dans le cas d'une interanode soluble.

Sur la constante de temps caractéristique de la disparition de la radioactivité induite par le radium dans une enceinte fermée. — Note de M. P. Curie, présentée par M. A. Potier (Voy. les *Comptes rendus*).

Production du sommeil et de l'anesthésie générale par les courants électriques. — Note de M. Stéphane Leduc, présentée par M. d'Arsonval. (Voyez les *Comptes rendus*.)

Reproduction en nombre illimité des phonogrammes en cire, pour musées phonographiques, par le moulage galvanoplastique. Procédé par fusion et procédé par compression et chaleur combinées. — Note de M. L. Azoulay, présentée par M. Marey. — Les musées phonographiques, tels que ceux de l'Académie des sciences de Vienne et celui de la Société d'anthropologie de Paris fondé sur mon initiative, ne peuvent exister et se multiplier que si les documents originaux restent indélébiles. Par le procédé mécanique du doublage par une sorte de pantographe, le phonogramme original est tellement altéré par les copies successives qu'il n'est plus utilisable au bout de quelques centaines de copies. Dans les deux procédés que je vais décrire sommairement, le phonogramme original demeure intact; le moulage métallique que l'on en fait et les copies tirées ne l'altèrent que fort à la longue.

Le phonogramme original (dans l'espèce, un cylindre) est moulé en cuivre rouge par la galvanoplastie. Débarrassé par fusion du cylindre enregistré qui l'a fourni, nettoyé et nickelé le cas échéant, le moule métallique, dont l'épaisseur doit atteindre 2 mm à 3 mm, est la base des opérations des deux procédés.

Dans le procédé *par fusion*, le moule métallique est centré sur un noyau ou mandrin tronconique reposant sur sa grande base; mis à l'étuve simultanément avec la cire qui doit y être versée, laissé là jusqu'à la température de fusion de cette cire, environ 120°. Alors on y verse la matière en fusion très également et l'on juge, par la consistance croissante de la cire, du moment où il faut enlever le mandrin, car si on l'enlève pendant que la cire est encore assez malléable, le mandrin ne sort plus, retenu par la puissance de rétraction de la matière. On essuie le mandrin et on le remet, cette fois-ci, le petit bout en bas. On enferme le tout dans une enveloppe mauvaise conductrice de la chaleur et à condition d'enfoncer de temps en temps le mandrin dans le cylindre de cire, on retire après refroidissement, et le mandrin enlevé au préalable, un cylindre bien calibré reproduisant fidèlement le texte original. Il suffit de le polir sur le phonographe à l'aide d'une peau de chamois pour qu'il soit prêt à être entendu.

Second procédé par compression et chaleur combinées. — Le moule métallique reçoit à l'intérieur, à basse température, un cylindre de cire, parfaitement raboté, vierge, un peu plus court et plus étroit que le moule (à cause de l'allongement de la cire sous la chaleur). On introduit ensuite, dans le cylindre de cire, un sac de caoutchouc dévulcanisé, tronconique ou cylindrique, muni d'une valve, et l'on serre le tout dans un étui de forte tôle d'acier. On introduit l'appareil dans une étuve réglée invariablement sur une température de 5° environ inférieure à celle du début de la désintégration de la cire (le début est à environ la moitié de la température de fusion de la cire, d'après mon expérience). On attend l'équilibre certain de la température et, à l'aide d'une pompe munie d'un manomètre, on comprime dans le sac de l'air chauffé

(plutôt que froid) à une pression de 8 atmosphères et au delà (en raison de l'épaisseur du moule). (La pression pourrait être mécanique ou hydraulique avec avantage, pour les disques surtout.) On attend une heure ou plus, et d'autant moins que la pression a été plus forte. L'appareil maintenu toujours à la même température, on ouvre la valve, on sort de l'étui le moule et le cylindre y adhérant; on y introduit, pour maintenir la cylindricité, un mandrin chauffé dans la même étuve, et on les enferme dans une enveloppe mauvaise conductrice de la chaleur jusqu'à refroidissement complet. On opère ensuite exactement comme dans le premier procédé.

Ces deux techniques sont applicables aux phonogrammmes sur disques. La *Commission des Archives phonographiques* de l'Académie des sciences de Vienne a publié intégralement, en juillet dernier, le procédé par fusion qu'elle emploie pour ses disques. Je publie aujourd'hui le procédé pour les cylindres, car les manipulations sont de difficulté différente. Le procédé par compression et chaleur combinées est le plus facile et le plus sûr quand on dispose d'un matériel.

Séance du 24 Novembre 1902.

Sur la construction d'électrodiapasons à longues périodes variables. — Note de M. E. Mercadier. — Dans le numéro du 17 novembre des *Comptes rendus*, M. Maurice Dupont décrit un diapason susceptible de donner, à l'aide de curseurs, des nombres de variations variant de 4 à 16 par seconde, et il dit à ce sujet (p. 878) : « ... vu le chiffre des vibrations obtenu, je ne sache pas qu'il ait été encore construit de diapason donnant un nombre aussi faible de vibrations ».

J'ai fait construire, il y a déjà vingt-cinq ans, un diapason de ce genre, pour le laboratoire de l'École supérieure de télégraphie. Il a environ 50 cm de longueur, 5 mm d'épaisseur, et il est en fonte malléable, ce qui facilite beaucoup la construction. Son mouvement était entretenu électriquement par le procédé que j'ai indiqué en 1873. A l'aide de deux curseurs pesant environ 2 kg chacun, glissant le long des branches, on pouvait faire varier les nombres des vibrations de 4 à 10 ou 12. La graduation d'un appareil de cette espèce se fait aisément en enregistrant les oscillations sur un cylindre recouvert de papier enfumé, en même temps que celles d'un pendule battant la seconde.

Je n'ai rien publié à ce sujet, les expériences pour lesquelles cet instrument devait être utilisé n'ayant pas été faites.

Sur l'ionisation d'une flamme salée. — Note de M. Georges Moreau, présentée par M. Mascart. (*Extrait*). — A température constante, la conductibilité d'une flamme salée, par vaporisation d'une solution alcaline, dépend de la force électromotrice E, de la distance des électrodes plongées dans la flamme et de la concentration de la solution. Si E seule varie, la conductibilité, d'abord proportionnelle à E, tend vers une valeur limite dite *de saturation*.

D'après Arrhénius, la conductibilité serait due à l'ionisation des molécules salines par la chaleur. D'après Wilson, l'ionisation serait localisée avec deux électrodes. Les expériences suivantes m'ont permis de préciser le mécanisme de la conduction des flammes. (Suit le détail des expériences).

Conclusion. — La conductibilité unipolaire d'une vapeur saline est analogue à celle d'une masse d'hydrogène qui entoure un filament de carbone incandescent ou à celle d'une masse gazeuse qui touche un métal illuminé par des radiations ultra-violettes.

Dans ces deux cas, les expériences de Thomson ont établi la production de corpuscules négatifs à la surface de contact du métal et du gaz. Pour une flamme salée, il semble naturel d'admettre que ces corpuscules se forment aussi au contact d'une électrode négative incandescente. Ils seront détachés des molécules salines probablement grâce à l'énergie cinétique que celles-ci reçoivent de la surface du métal. Une charge négative activera leur séparation, une charge positive la retardera. Ces corpuscules lancés dans la flamme ionisent la vapeur du sel à la façon des radiations uraniques.

Une des conséquences de cette interprétation a été observée par Arrhénius : la conductibilité est proportionnelle à la dissociation corpusculaire négative, c'est-à-dire à l'énergie absorbée par la couche gazeuse superficielle; elle sera donc proportionnelle à l'intensité des radiations émises par la vapeur saline et, par suite des expériences de M. Gouy, à la racine carrée de la concentration de la solution vaporisée.

Séance du 1er décembre 1902.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

321 249. — **The Cutler Hammer Manufacturing Company.** — *Interrupteur multiple* (20 mai 1902).

321 307. — **Prott.** — *Dispositif commutateur pour lignes électriques à postes intermédiaires pour courants de haute et de faible intensité* (26 avril 1902).

321 322. — **Claremont.** — *Perfectionnements aux appareils pour essayer les isolements des câbles électriques et autres semblables* (21 mai 1902).

321 346. — **Compagnie générale de constructions électriques.** — *Isolateur électrique* (22 mai 1902).

321 267. — **Bonhivers.** — *Réflecteur pour lampes à arc* (20 mai 1902).

321 274. — **Bailleul et Jeannot.** — *Lampe à arc électrique* (20 mai 1902).

321 316. — **Arsal.** — *Lampe à arc en vase clos* (14 mai 1902).

321 412. — **Société Siemens et Halske Aktiengesellschaft.** — *Système de fabrication des lampes à incandescence et produit nouveau résultant de cette fabrication* (26 mai 1902).

321 413. — **Société Siemens et Halske Aktiengesellschaft.** — *Système de fabrication des lampes à incandescence et produit nouveau résultant de cette fabrication* (26 mai 1902).

321 485. — **Eltz.** — *Appareil servant à porter de l'air ou des liquides à une température déterminée et à maintenir celle-ci constante* (10 mai 1902).

321 550. — **Mambret.** — *Microphone* (29 mai 1902).

321 543. — **Société industrielle des téléphones.** — *Dispositif d'installation téléphonique pour postes multiples embrochés, système Dardeau* (30 mai 1902).

321 696. — **Société Hutchison Acoustic Company.** — *Appareil téléphonique portatif perfectionné* (3 juin 1902).

321 706. — **Burke.** — *Perfectionnements apportés aux systèmes téléphoniques* (5 juin 1902).

321 528. — **Société nouvelle de l'accumulateur Fulmen.** — *Dispositifs de fermeture pour bacs d'accumulateurs* (29 mai 1902).

321 541. — **Kiefer.** — *Pile thermo-électrique* (3 juin 1902).

321 697. — **Société Hutchison Acoustic Company.** — *Perfectionnements apportés aux piles électriques* (3 juin 1902).

321 699. — **Société Hutchison Acoustic Company.** — *Perfectionnements dans les accumulateurs* (3 juin 1902).

321 768. — **Russo.** — *Système de machine dynamo-électrique sans collecteur* (6 juin 1902).

321 514. — **Société industrielle des téléphones, constructions électriques, caoutchouc, câbles.** — *Interrupteur horaire automatique* (28 mai 1902).

321 561. — **Ghegan et Griswold.** — *Système électro-magnétique à armatures multiples agissant par influence les unes sur les autres* (14 avril 1902).

321 711. — **Société Berliner Maschinenbau Actiengesellschaft vormals L. Schwartzkopff.** — *Système de transformateurs à courants polyphasés* (5 juin 1902).

321 764. — **Pradier.** — *Gaines à caniveaux pour conducteurs électriques et tuyaux* (6 juin 1902).

321 769. — **Meng.** — *Système de conducteur électrique souple* (6 juin 1902).

321 503. — **De Mare.** — *Ventilateur électro thermique* (28 mai 1902).

321 750. — **Société industrielle des téléphones, constructions électriques, caoutchouc, câbles.** — *Lampe à arc à vase clos* (5 juin 1902).

321 758. — **Norden.** — *Perfectionnements apportés aux douilles de lampes électriques* (4 juin 1902).

321 795. — **Meyer.** — *Système de compteur de conversations pour le réseau téléphonique de ville* (21 avril 1902).

321 876. — **Semat.** — *Téléphote* (7 juin 1902).

321 903. — **Lafaurie.** — *Récepteur télégraphique imprimant en lettres les transmissions faites par les signes ordinaires de l'alphabet Morse* (10 juin 1902).

321 875. — **Hall.** — *Perfectionnements à la fabrication des objets en charbon* (7 juin 1902).

321 922. — **Winship.** — *Perfectionnements aux accumulateurs* (10 juin 1902).

322 005. — **Porsche et Lohner.** — *Bobine à rubans pour machines dynamo-électriques et procédé pour les fabriquer* (6 juin 1902).

321 847. — **Chaudoreille.** — *Système d'appareil de sécurité principalement applicable aux lignes à haute tension électrique et combiné avec un régulateur de tension* (5 juin 1902).

321 858. — **Perret.** — *Vérificateur de conduites électriques* (6 juin 1902).

321 894. — **Weston et Benecke.** — *Perfectionnements apportés aux instruments pour mesurer les courants électriques* (9 juin 1902).

321 896. — **Weston et Benecke.** — *Perfectionnements apportés aux instruments destinés à indiquer et enregistrer les courants électriques* (9 juin 1902).

321 895. — **Weston et Benecke.** — *Perfectionnements apportés aux appareils enregistreurs principalement destinés à l'usage des instruments à mesurer les courants électriques* (9 juin 1902).

321 785. — **Mildé.** — *Nouvelle sonnerie électrique mécanique* (15 avril 1902).

321 815. — **De Rocco.** — *Soupape inviolable pour l'emplissage de récipients de liquides, système « De Rocco »* (14 mai 1902).

321 898. — **Hopfelt.** — *Lampe à arc* (9 juin 1902).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société d'électricité *Nilmelior* (Anciens Établissements Bassée et Michel). — Cette nouvelle Société a été constituée le 6 août 1902. Elle a pour objet la reprise et l'exploitation de la fabrication et du commerce précédemment exploités par MM. Bassée et Michel, pour l'appareillage et les jouets électriques; elle pourra s'occuper en général de tout ce qui touche à la fabrication et à la vente de tout matériel électrique.

Sa durée sera de trente années à dater du 6 août 1902, elle pourra être prorogée ou dissoute par anticipation.

Le capital social est fixé à la somme de 1 000 000 et divisé en 10 000 actions de 100 fr chacune, dont 7000 attribuées aux apporteurs et 3000 souscrites en espèces.

MM. Bassée et Michel apportent à la Société : le fonds de commerce qu'ils exploitent, 57, boulevard Bourdon, à Paris, ainsi que l'atelier y annexé, le droit au bail, le matériel et la clientèle; les brevets et modèles spéciaux qui constituent les spécialités de la maison, la marque de fabrique.

Cet apport est fait net de toute charge, et en rémunération il est accordé à MM. Bassée et Michel 7000 actions entièrement libérées et 50 000 fr en espèces pour le matériel industriel et l'agencement.

Les 3000 actions restantes sont à souscrire et payables en numéraire : soit le quart en souscrivant et le surplus suivant décision du Conseil et aux dates fixées par lui, les actionnaires ayant toujours la faculté de se libérer par anticipation.

Le capital social pourra être augmenté en une ou plusieurs fois, ou successivement réduit par décision de l'assemblée. En cas d'augmentation du capital contre espèces, un droit de préférence est accordé aux porteurs des actions anciennes.

Si la souscription a lieu avec prime, celle-ci sera versée avec le premier quart.

Les appels de fonds pour la libération des actions se feront par quart; ils seront portés à la connaissance des actionnaires par lettre recommandée, au moins six semaines avant la date d'exigibilité. Les versements en retard porteront de plein droit intérêt à 6 pour 100 l'an, à compter du jour de leur exigibilité. A défaut de versement dans le mois qui suivra et après deux lettres recommandées à quinze jours d'intervalle restées sans résultat, la Société peut faire vendre les titres.

Les actions entièrement libérées sont au porteur ou nominatives, au choix de l'actionnaire. Les actionnaires ne sont engagés que jusqu'à concurrence du montant des actions qu'ils possèdent.

La Société est administrée par un Conseil d'administration, composé de trois membres au moins et de six au plus. Les administrateurs sont toujours rééligibles.

Le premier Conseil est nommé pour une période de six années. A l'expiration de cette période, le Conseil sera renouvelé en entier, ensuite il se renouvellera par tiers tous les deux ans de façon que la durée de fonction de chaque administrateur ne soit pas plus de six années et les deux premières séries d'administrateurs sortants seront tirées au sort.

En cas de vacance ou lorsque le Conseil croira utile de se compléter, il pourvoira provisoirement à la désignation de nouveaux administrateurs, jusqu'à la prochaine assemblée générale qui procédera à la nomination définitive. L'administrateur nommé en remplacement d'un autre ne reste en exercice que jusqu'à l'époque où doivent expirer les fonctions de celui qu'il remplace.

Chaque administrateur doit être propriétaire de 100 actions, qui seront déposées dans la caisse sociale, conformément à la loi.

Le Conseil choisit parmi ses membres un président et un secrétaire. Il est investi des pouvoirs les plus étendus.

Les administrateurs reçoivent des jetons de présence, dont la valeur, fixée par l'assemblée générale, reste maintenue jusqu'à décision contraire et qu'ils répartissent entre eux de la façon qu'ils jugent convenable.

Il est nommé, chaque année, par l'assemblée générale, un ou plusieurs commissaires, conformément à l'article 32 de la loi du 24 juillet 1867. Un seul d'entre eux pourra opérer en cas d'empêchement des autres. L'assemblée générale leur alloue une rémunération dont le chiffre est fixé chaque année.

L'année sociale commencera le 1er avril et finira le 31 mars. Par exception, la première année d'exercice comprendra la période à courir du jour de la constitution définitive au 31 mars 1905.

L'assemblée générale représente l'universalité des actionnaires, ses décisions sont obligatoires pour tous. Les convocations contiennent l'ordre du jour. Elles sont faites par des avis insérés à vingt jours francs au moins dans un journal d'annonces légales du siège social. Pour les assemblées extraordinaires cet intervalle pourra être de huit jours seulement.

Les propriétaires d'actions nominatives inscrits cinq jours francs avant l'assemblée seront admis sur la production de leur certificat nominatif.

Les propriétaires d'actions au porteur seront admis sur la production d'un certificat constatant le dépôt de leurs titres au siège social, chez un officier ministériel ou dans un établissement de crédit agréé par le Conseil d'administration. La Société devra être avisée de ce dépôt cinq jours francs avant l'assemblée.

Tout actionnaire a le droit de se faire représenter à l'assemblée générale par un mandataire qui devra être lui-même actionnaire.

L'assemblée générale se réunit chaque année, à Paris, au siège social ou dans tout autre lieu désigné par le Conseil d'administration, dans les six mois de la clôture de l'exercice.

Il est convoqué en outre des assemblées extraordinaires toutes les fois que le Conseil le juge utile.

Il ne peut être délibéré que sur les propositions énoncées à l'ordre du jour. Celui-ci est fixé par le Conseil.

L'assemblée générale doit être composée d'un nombre d'actionnaires représentant au moins le quart du capital social: si cette condition n'est pas remplie, il sera convoqué une nouvelle assemblée qui délibèrera valablement quel que soit le quantum du capital représenté par les actionnaires présents, mais seulement sur les questions à l'ordre du jour de la première assemblée.

Cette deuxième assemblée doit avoir lieu au minimum à quinze jours d'intervalle de la première, et la convocation devra en être faite dix jours à l'avance dans les mêmes formes que la première.

Chaque action donne droit à une voix, sans toutefois que le même actionnaire puisse avoir un nombre de voix supérieur au quart des actions représentées. Les délibérations sont prises à la majorité des voix des membres présents ou représentés.

L'année sociale commençant le 1er avril pour finir le 31 mars, chaque trimestre il est dressé par le Conseil un état sommaire de la situation active et passive de la Société qui est remis aux commissaires. A la fin de chaque exercice le Conseil arrête les écritures et dresse le bilan conformément à la loi.

L'inventaire, le bilan et le compte de profits et pertes sont mis à la disposition des commissaires quarante jours au moins avant l'assemblée, et ceux-ci doivent tenir leur rapport à la disposition des actionnaires quinze jours au moins avant l'assemblée.

L'excédent favorable du bilan, déduction faite de toutes les charges sociales et des affectations pour amortissements et moins-values, constitue le bénéfice net de la Société.

Sur ce bénéfice il est prélevé :

5 pour 100 pour la réserve légale.

Un intérêt de 6 pour 100 sur le montant du capital dont les actions sont libérées.

Sur le surplus, il est alloué :

10 pour 100 au Conseil d'administration.

90 pour 100 aux actionnaires.

L'assemblée générale pourra, sur la proposition du Conseil d'administration, affecter une partie de ce solde de 90 pour 100, à la formation d'une réserve spéciale, destinée soit à parer aux insuffisances qui pourraient se produire pendant un ou plusieurs exercices pour payer l'intérêt du capital non amorti, soit à amortir le capital, soit enfin à toute autre chose et notamment à la formation d'une réserve extraordinaire.

En cas de liquidation de la Société, soit par anticipation soit à l'expiration de sa durée, celle-ci s'opérera par les soins du Conseil en exercice, à moins que l'assemblée générale ne désigne un ou plusieurs liquidateurs à cet effet.

Le produit net de la liquidation servira d'abord à rembourser les sommes non amorties sur les actions; le solde sera réparti entre tous les actionnaires.

Les premiers administrateurs sont MM. le baron Van Zuylen de Nievelt de Haar, Bassée et Michel.

M. Augerd, avocat agréé à Lyon est nommé commissaire des comptes.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

49615. — Imprimerie Lahure 9, rue de Fleurus, à Paris.



TABLE DES MATIÈRES

DU

TOME ONZIÈME

1902

Brevets d'invention.

Chemins de fer électriques.

Voy. *Locomotion*.

Chronique de l'électricité

PARIS

DÉPARTEMENTS

ÉTRANGER

Chronique industrielle et financière.

Condensateurs.

Conducteurs et câbles.

Correspondance.

Correspondance anglaise.

Cours. — Concours. — Conférences. Congrès. — Prix décernés.

Diélectriques.

Distribution.

Divers.

Documents officiels.

Dynamos.

Éclairage électrique.

Électrobiologie.

Électrochimie.

Électrolyse.



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Stations centrales.

Syndicat professionnel des Industries électriques.

Télégraphie.

Téléphonie.

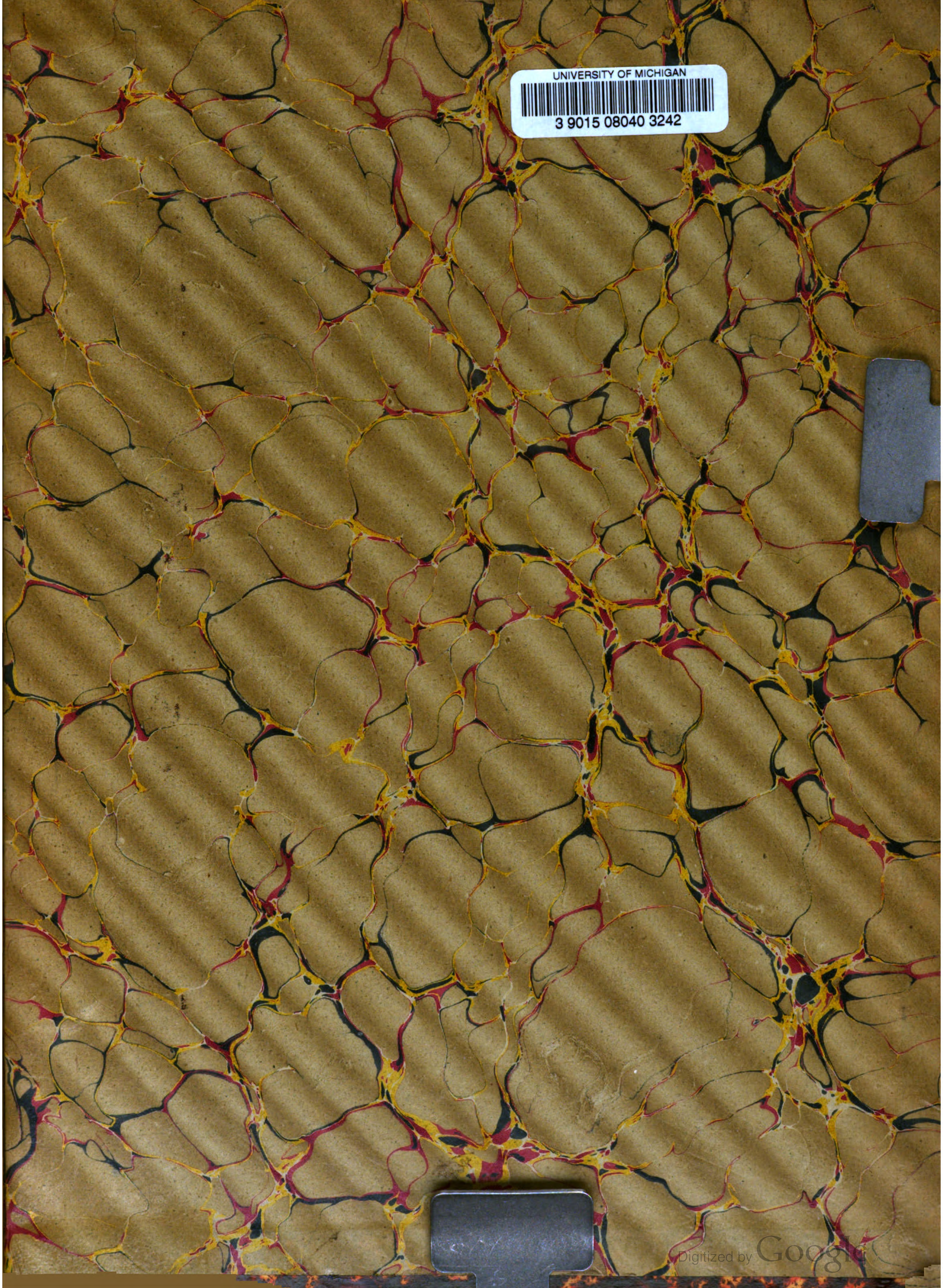
Transformateurs.

Transmission de l'énergie.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

49615 — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.




UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08040 3242
Digitized by Google

